

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE

DIPLOMSKI RAD

Josip Žužul

Split, 2018.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Josip Žužul

**Hidrološka analiza srednjih mjesečnih i godišnjih
protoka na postaji Han (1947.-2016. g.)**

Diplomski rad

Split, 2018.

Hidrološka analiza srednjih mjesečnih i godišnjih protoka na postaji Han (1947.-2016. g.)

Sažetak:

U radu je izvršena analiza srednjih dnevnih protoka sa mjerne postaje Han. Analiza protoka promatrana je u dva podrazdoblja, razdoblje prije i nakon izgradnje brane Peruča. Za svako od tih podrazdoblja provedena je mjesečna i godišnja hidrološka analiza uz koju su dobivene i krivulje trajanja. Prikazana je i veza oborina sa mjerne postaje Sinj sa protocima mjerne postaje Han. Uz osnovnu statističku analizu provedena je linearna regresija i RAPS metoda.

Ključne riječi:

protok, krš, mjerna postaja Han, oborine, trend, linearna regresija, krivulja trajanja, anvelopa, RAPS

Hydrological analysis of mean monthly and annual stream flows at gauging station Han (1947. – 2016. g.)

Abstract:

An analysis of the mean daily stream flow from the gauging station Han was performed. Stream flow analysis was observed in two substructures, the period before and after the construction of dam Peruča. For each of these subtractions, a monthly and annual hydrological analysis was performed, along with the curves of the duration. The rainfall connection from the rain gauging station Sinj with the gauging station Han is also shown. Along with the basic statistical analysis, linear regression and RAPS methods were performed.

Keywords:

flow, karst, gauging station Han, precipitation, trend, linear regression, duration curve, anvil, RAPS

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

KANDIDAT: Josip Žužul

BROJ INDEKSA: 621/2018

KATEDRA: **Katedra za hidrologiju**

PREDMET: Inženjerska hidrologija

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: Hidrološka analiza srednjih mjesečnih i godišnjih protoka na postaji Han (1947.-2016. g.)

Opis zadatka: Na temelju srednjih dnevnih protoka s mjerne postaje Han za razdoblje od 1947.-2016. g. potrebno je analizirati trendove protoka na rijeci Cetini za razdoblja prije i nakon izgradnje brane Peruća (razdoblje prije izgradnje - 1947.-1957.g., nakon-1958.-2016.g.). Potrebno je izvršiti hidrološku analizu protoka i to redom: analizu godišnjih minimalnih, srednjih i maksimalnih protoka za dva promatrana razdoblja prije izgradnje brane i nakon, analizu mjesečnih protoka za razdoblje prije izgradnje brane i nakon toga analizu mjesečnih protoka cijelog promatranog razdoblja (1947.-2016. g.). Analizu srednjih dnevnih protoka prikazati u dva navedena razdoblja i za cijelo razdoblje, prikazati maksimalne i minimalne dnevne protoke od 1947.-2016.g., prikazati krivulju trajanja za svako od razdoblja, prikazati anvelopne krivulje trajanja te pomoću RAPS-a (Rescaled Adjusted Partial Sums) odrediti podrazdoblja.

U Splitu, 06.07.2018.

Voditelj diplomskog rada:

Prof.dr.sc. Vesna Denić-Jukić

Predsjednik Povjerenstva
za završne i diplomske ispite:

doc. dr. sc. Veljko Srzić

S a d r Ź a j

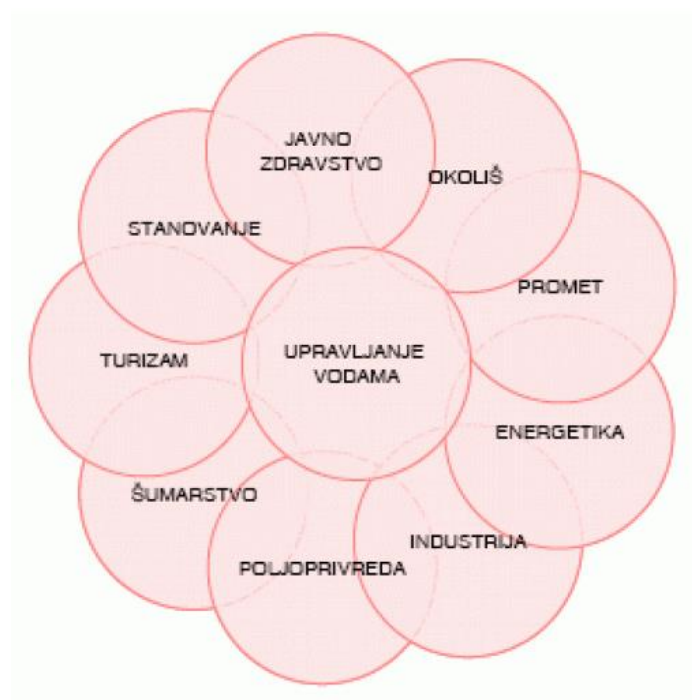
1. UVOD	1
1.1. Vode u Hrvatskoj.....	1
1.2. Hidrogeološke, geološke i morfološke karakteristike sliva Cetine	3
1.3. GIS-karte.....	7
1.4. Mjerna postaja Han.....	12
1.5. Hidroenergetski sustav rijeke Cetine	13
1.5.1. HE Peruča	13
1.5.2. HE Orlovac	14
1.5.3. HE Đale.....	15
1.5.4. HE Kraljevac.....	15
1.5.5. HE Zakućac.....	15
2. ANALIZA PODATAKA	17
2.1. Osnovna statistička analiza.....	17
2.1.1. Srednja vrijednost	17
2.1.2. Varijanca	17
2.1.3. Standardna devijacija	18
2.2. Regresijska analiza	18
2.2.1. Linearna regresija.....	19
2.3. Krivulja trajanja protoka.....	19
2.4. RAPS	20
3. ULAZNI PODATCI	21
3.1. Oborine-Sinj	21
3.2. Protoci s mjerne postaje Han	24
4. REZULTATI ANALIZE	31
4.1. Analiza godišnjih protoka na Cetini	31

4.2.	Analiza mjesečnih protoka na Cetini.....	33
4.2.1.	Analiza minimalnih mjesečnih protoka	33
4.2.2.	Analiza srednjih mjesečnih protoka.....	36
4.2.3.	Analiza maksimalnih mjesečnih protoka	39
4.3.	Analiza srednjih dnevnih protoka na Cetini	42
4.4.	Krivulja trajanja	45
4.5.	Anvelopne krivulje trajanja	46
4.6.	RAPS metoda	47
5.	ZAKLJUČAK.....	59
6.	LITERATURA	60

1. UVOD

1.1. Vode u Hrvatskoj

Voda je prirodni resurs ograničenih količina koji je jedinstven i nezamjenjiv za kojeg su vezani svi oblici života na Zemlji. Urbanizacija i razvoj gospodarstva dovode do velikog porasta potrebe za vodom gdje te potrebe potencijalno mogu dovesti do ugrožavanja vodnih resursa i vodnog okoliša. Gledajući vodu kao značajan faktor razvoja, potrebno je da svako društvo uravnoteži svoje potrebe za vodom te osmisli strategiju uređenja i samu politiku upravljanja vodnim resursima. [1]



Slika 1. Povezanost upravljanja vodama s društveno-gospodarskim okruženjem [1]

Hrvatska se ubraja u skupinu vodom relativno bogatih zemalja 5. mjesto u Europi, a 42. u svijetu. U okviru koncepcije održivog razvoja upravljanje vodama uspostavlja ravnotežu između korištenja resursima za poboljšanje životnih prilika i poticanje gospodarskog razvoja te zaštite resursa i održanja njihovih prirodnih funkcija i značajki. To je moguće ostvariti cjelovitim pristupom vodnom sustavu i uvažavanjem složenih veza i odnosa između vodnog sustava i svih korisnika u njegovu okruženju. [1]

Sve vode u Hrvatskoj su dio ili crnomorskog ili jadranskog sliva. Crnomorski sliv čine veći vodotoci kao što su Sava, Drava, Dunav s velikim brojem manjih podslivova. Jadranskom sliv je podijeljen na primorsko-istarski sliv i dalmatinski sliv. Primorsko-istarski sliv čine Raša, Mirna, Dragonja, Rječina, Gacka i Lika dok dalmatinski sliv čine Neretva kao vrlo veliki sliv te Zrmanja, Krka i Cetina kao veliki slivovi. Jadranski sliv, u odnosu na crnomorski, gustoćom je i duljinom površinskih vodotoka manji, ali kod njega imamo dosta podzemnih tokova kroz krške sustave. [1]



Slika 2. Veći vodotoci i slivovi na području hrvatske [1]

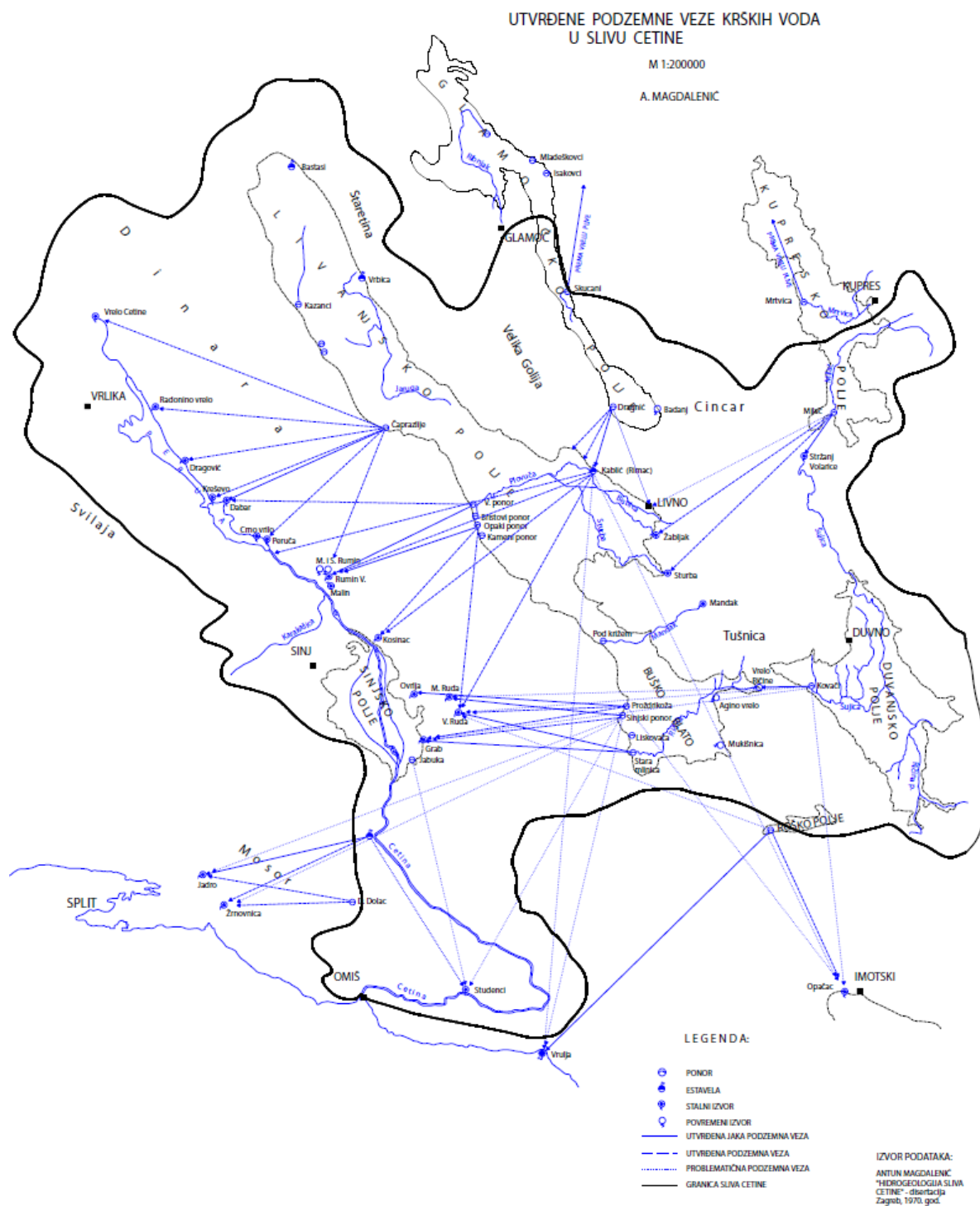
1.2. Hidrogeološke, geološke i morfološke karakteristike sliva Cetine

Cetina je rijeka koja pripada Jadranskom slivu i predstavlja najveću rijeku Splitsko-dalmatinske županije. Izvire u podnožju jugozapadnog dijela Dinare na visini od 385 m.n.m. u blizini istoimenog sela Cetina. Glavni izvor joj je jezero duboko preko stotinu metara, a utvrđena je veza izvorišta s Buškim blatom i Livanjskim Poljem. Površina porječja iznosi 4090 m², a sama duljina rijeke 105 km. Prolazeći Cetinskim poljem jugoistočnim tokom utječe u akumulaciju Peruča koja se proteže Koljanskim i Ribarničkim poljem. [2]

Nakon same brane Peruča, Cetina nizvodno dalje protječe Hrvatačkim poljem do Hana, zatim kroz Sinjsko polje do Trilja ulazeći u kanjon te teče prema jugu do brane Prančevići. Kod brane Prančević, dio toka Cetine nastavlja teći prirodnim putem do Zadvarja gdje nakon toga mijenja smjer zapadno prema Omišu, a drugi dio toka od brane Prančević prolazi kroz dovodni tunel do HE Zakućac u blizini Omiša. [2]

Gornji tok rijeke Cetine promatrano do grada Trilja, u svojoj dužini od 56 km prima približno 93 % vode iz mnogobrojnih krških pritoka od kojih najveći utjecaj daju Mala i Velika Ruda. [3]

Geološka građa slivnog područja, gledajući hidrogeološke prilike, erozione procese, pedološke prilike, od velike je važnosti za stvaranje reljefa. U geološkom sastavu ovog područja najznačajnije su vapnenačke i dolomitne geološke strukture. Pružanje planinskih masiva proteže se u smjeru jugoistok-sjeveroistok pa takav smjer pružanja imamo i kod krških polja. Neogene tvorevine javljaju se uz vodotoke na većim ravničarskim poljima. Sama polja nastala su u doba glacijala, a u principu leže na vapnencima. Terasa krških polja prekrivene su tankom naslagom pedosfere. [3]



Slika 3. Sliv Cetine [4]

Što se tiče slivnog područja, osim samo sliva Cetine, tu pripadaju i područja krških polja: Livanjsko, Duvanjsko, Glamočko i Kupreško polje. Na užim mjestima samog toka Cetine od Vrljike do Sinja, prisutne su trijaste verfenske i dolomitne tvorevine koje predstavljaju nepropusnu barijeru podzemnih tokova vode prema jugozapadu. U tim krednim i trijaskim

formacijama uglavnom je prisutno vapnenačko kamenje: dolomiti, vapnenac, opučnjaci, sadre i konglomerati. Zastupljenost silikatnog, tj. nevapnenog kamenja je neznatno i to kroz prisutnost pješčanika, lapora, gipsa i raznih pijesaka. [3]



Slika 4. Tok Cetine u klancu kod Šestanovca [5]

Mlađe geološke tvorevine pliocena nalaze se u krškim poljima Cetinske doline, ukoliko uslijed erozije nije odnijela rastresitije jezerske pliocene sedimente. Uslijed periodičnih poplava, nakon erozije pliocenih materijala, nataložile su se aluvijalne tvorevine te ponegdje i diluvijalni pješčani materijali. Gledajući promatrani sliv Cetine, oko 90 % direktnog sliva sastoji se od vapnenog materijala pa stoga spada u izrazito kršno područje.

Kako je sliv Cetine najvećim dijelom izgrađen od vapnenog materijala, imamo prisutnost krških fenomena: brojni izvori, ponikve, škrape, krška polja i ponori. Zastupljenost litološkog sastava stijena ima važnu ulogu u kretanju podzemnih tokova s obzirom na njihovo

vodonepropusnost, a najveću zastupljenost imaju vapnenci s tim da postoje velike razlike u propusnosti gledajući u vertikalnom i horizontalnom smjeru. Kod dolomita se javljaju tereni s normalno razvijenom hidrografskom mrežom, a ponekad tereni koji imaju oblike krške sredine. Unutar sliva Cetine, između krških polja gdje imamo prisutnost dolomita nema njihove značajnije uloge u smislu barijere. Dolomiti uglavnom usporavaju ili usmjeravaju kretanje podzemnih voda unutar sliva, iako na istočnom dijelu Sinjskog polja (od Graba prema Aržanu), zajedno s kompleksom jurskih vapnenaca predstavljaju barijeru podzemnim vodama i usmjeravaju ih prema izvorima Graba te Male i Velike Rude. [3]



Slika 5. Ušće Cetine [6]

1.3. GIS-karte

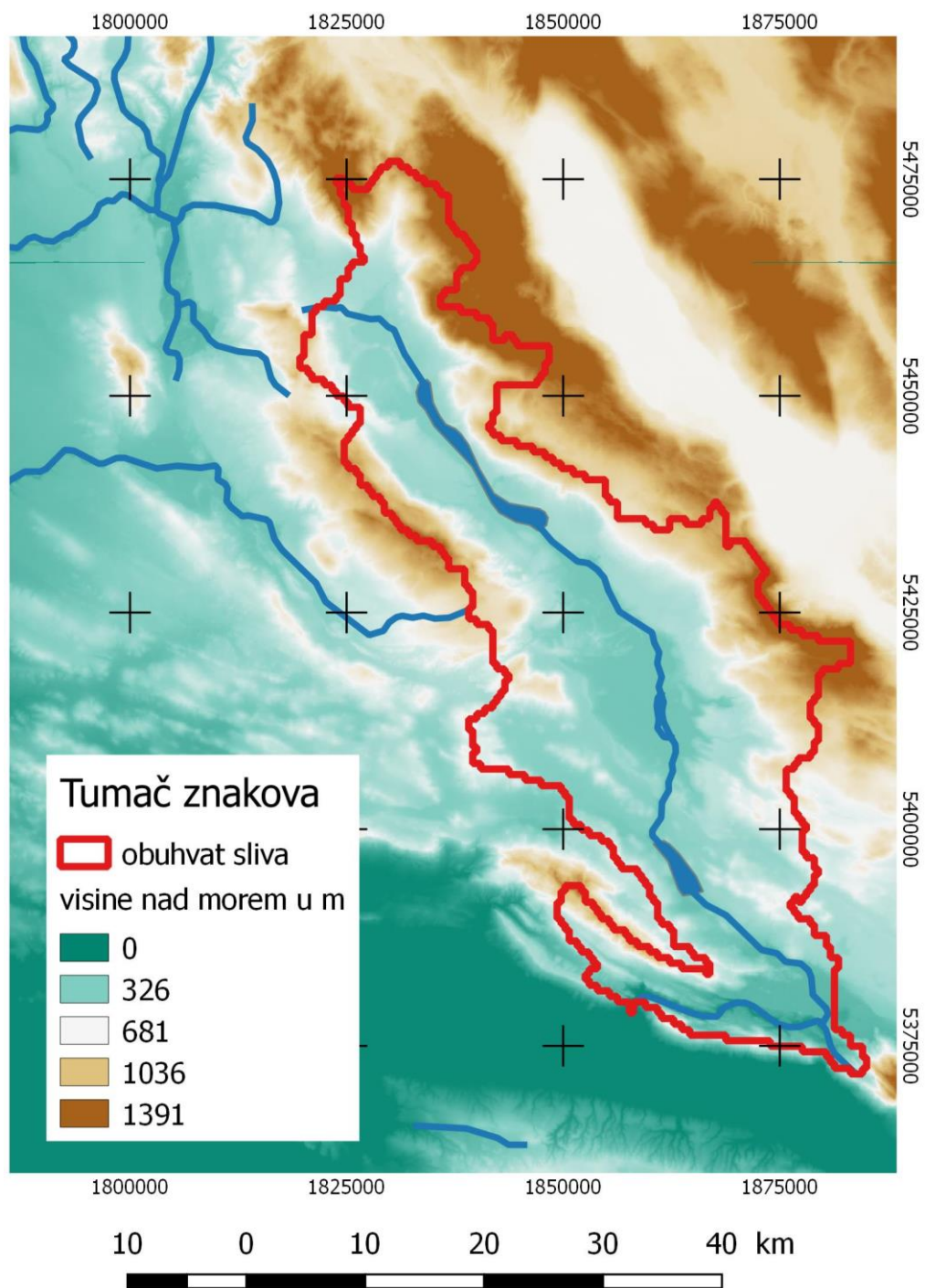
Preuzimanjem digitalnog modela terena te dobivenim podacima o visinama u ovom poglavlju prikazane su analize geografskih osobina sliva rijeke Cetine. Za proračun je korišten program QGIS.



Slika 6. Pregledna karta sliva rijeke Cetine

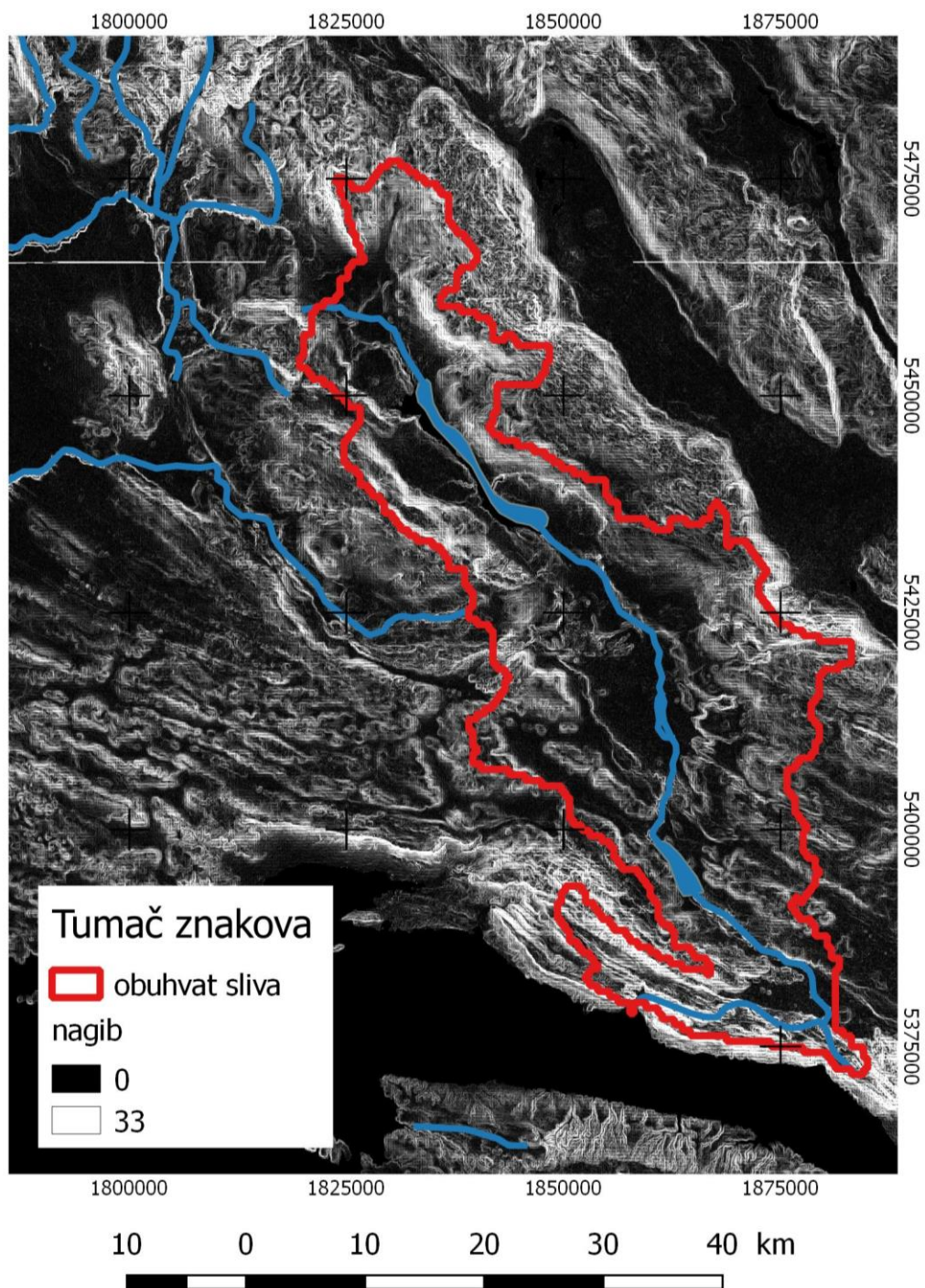
Kod samog programa QGIS-a također su korišteni podatci o svim vodnim površinama ovog sliva koji su preuzeti sa Hydroshed stranice.

Dobivene su brojene značajke sliva rijeke Cetine od kojih su prikazane: nagib, orijentiranost, sjene i nadmorske visine. Na slici 6 nalazi se pregledna karta sliva rijeke Cetine.



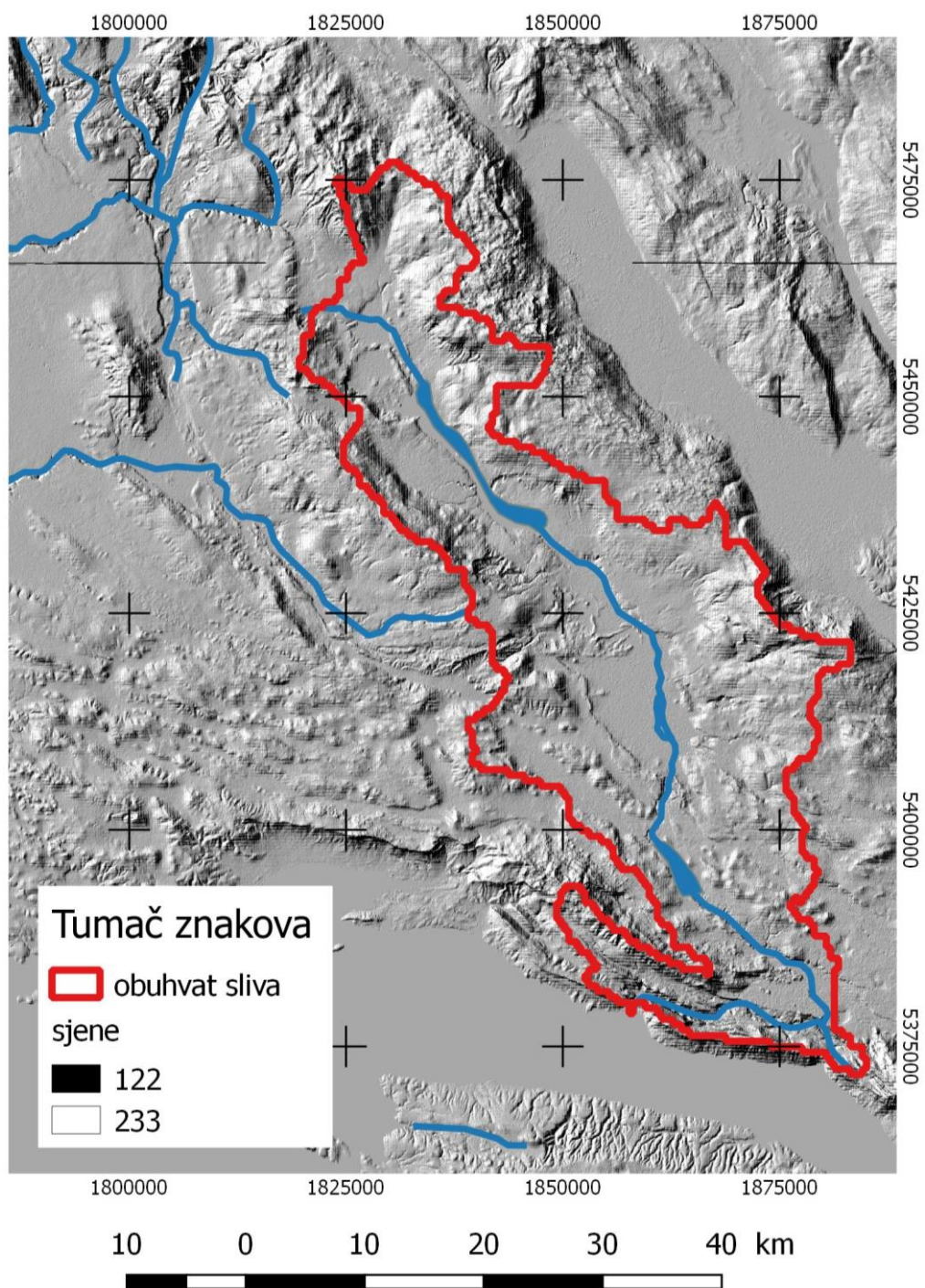
Slika 7. Pregledna karta nadmorskih visina rijeke Cetine

Slika 7 prikazuje preglednu kartu nadmorskih visina.



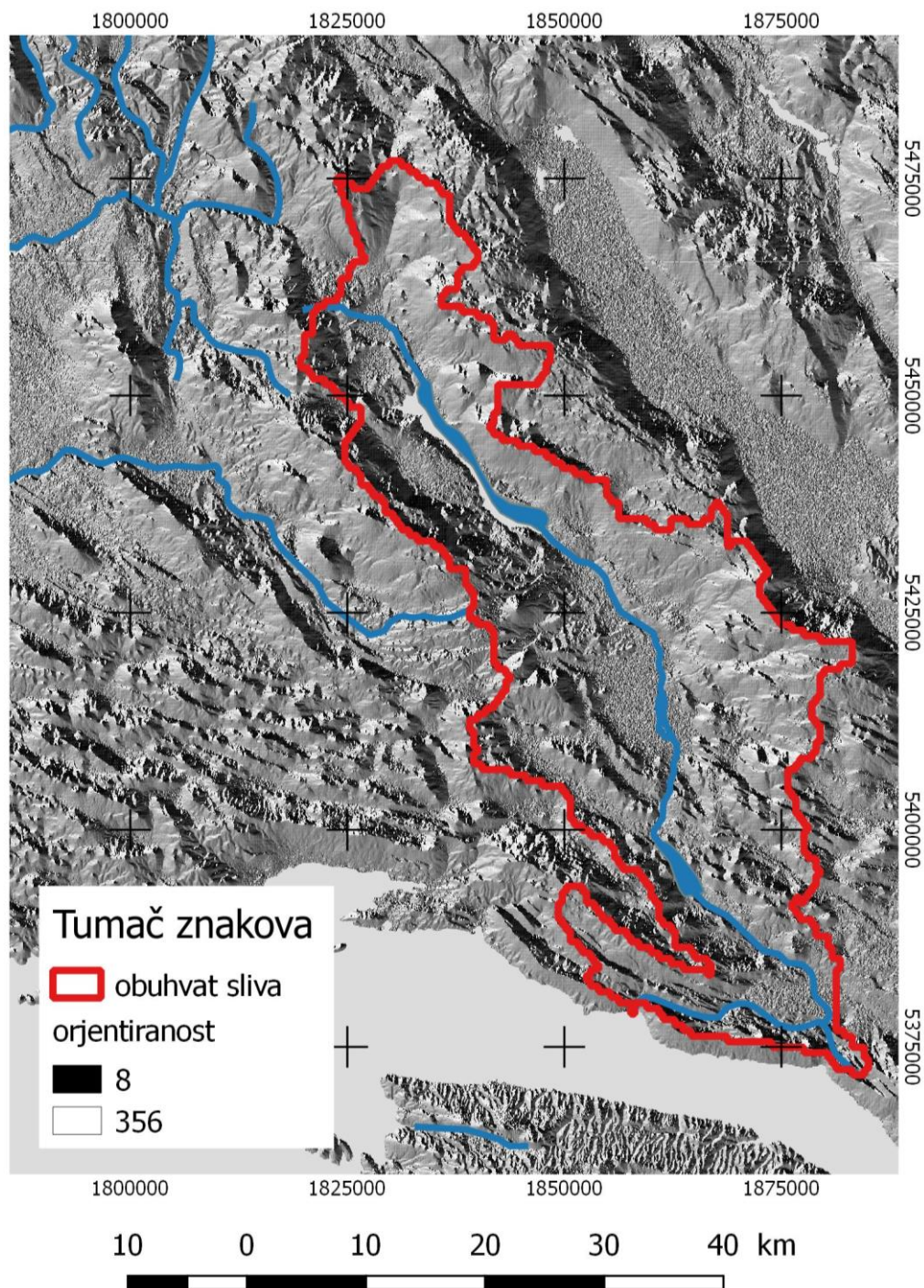
Slika 8. Pregledna karta nagiba rijeke Cetine

Za učinkovitije analiziranje i opisivanje reljefa prikazana je pregledna karta nagiba rijeke Cetine. Nagib se izvodi iz DMR-a, a predstavlja nam brzinu promjene visine prema prijedenoj horizontalnoj udaljenosti i izračunava se u postotcima.



Slika 9. Pregledna karta sjena sliva rijeke Cetine

Pregledna karta sjena sliva rijeke Cetine prikazana na slici 9 prikazuje hipotetsku osvijetljenost površine. Glavni utjecaj kod analize sjena je Sunce te kut zraka koji Sunce zatvara sa horizontalom.



Slika 10. Pregledna karta orijentiranosti sliva rijeke Cetine

Pregledna karta orijentiranosti sliva rijeke Cetine prikazana je na slici 10. Orijentiranost predstavlja smjer u kojem se pruža pad najveće vrijednosti smjera središnje ćelije prema susjednim ćelijama. Orijentiranost možemo nazvati smjerom kosine.

1.4. Mjerna postaja Han

Obrovac Sinjski je naselje koje se nalazi oko 4 kilometra od grada Sinja. Naselje se nalazi na lijevoj obali rijeke Cetine uz sjeveroistočni rub Hrvatačkog polja. U zaselku Han nalazi se mjerna postaja Han s koje ćemo raditi analizu trendova. Vodomjerna postaja Han s radom počinje 1894. godine, a kota nule vodokaza iznosi joj 296,630 m.n.m. dok je njena udaljenost od ušća 63,7 km. Topografska površina sliva iznosi 836 km². [7]

U ovom radu obradit ćemo analizu trendova protoka na ovoj mjernoj postaji Han (slika 3) od 1947. do 2016. godine.



Slika 11. Mjerna postaja Han [8]

Karakterističnost Cetine je ta da joj se cijeli tok nalazi u Hrvatskoj, a veći dio sliva u Bosni i Hercegovini. Izradom dviju velikih akumulacija Peruće i Buškog blata znatno je izmijenjen prirodni režim tečenja same rijeke. Uz dosta manjih izvora u blizini korita Cetine najveći dio priljevnog područja čine Buško blato te Duvanjsko, Livanjsko, Kupreško i Šuičko polje. [9]

1.5. Hidroenergetski sustav rijeke Cetine

Hidroenergetski sustav rijeke Cetine čine: HE Peruča, HE Orlovac, CS Buško blato, HE Đale, HE Zakučac i HE Kraljevac.

1.5.1. HE Peruča

HE Peruča smještena je na rijeci Cetini, izgrađena je 1960. godine, dvije godine nakon izgradnje istoimene brane.

Brana je sagrađena cca 25 km od izvora na suženom dijelu kanjona Cetine sa volumenom akumulacije 570 milijuna m³. Prije izgradnje izvršeno je injektiranje tla betonom glinom, kamenjem, šljunkom i pijeskom. Ti radovi izvršeni su radi sprječavanja propusnosti terena. Njena dužina je 467m , a visina je 67m.

HE je izgrađena sa snagom od 41,6 MW tj. dva generatora od 20,8MV s instaliranim protokom od 120 m³/s, a nakon miniranja u Domovinskom ratu naknadno je renovirana. Pri renoviranju je njena snaga povećana na 61,4MV. Obnova brane, tj. nasipavanje gline na površinski dio započelo je odmah nakon oslobađanja jer je postojala velika mogućnost njenog urušavanja.

Na brani se nalaze tri ispusta za vodu:

- Glavni ispust koji je reguliran klapnom koja ima hidraulički pogon nalazi se na samom koritu rijeke u najnižoj točki
- Pomoćni ispust na desnoj strani brane
- Sigurnosni ispust koji se koristi pri velikim vodostajima i nalaze se na kruni brane

Zbog izgradnje brane nastalo je veliko akumulacijsko jezero Peruča, koje je prvo veliko umjetno jezero na krškom terenu i prva daljinska akumulacija elektroenergetskog sustava rijeke Cetine. Na izravnavanje protoka Cetine na nizvodnim energetske stepenicama od Sinjskog polja do Jadranskog mora znatno utječe korisni obujam jezera.



Slika 12. Brana Peruća [10]

1.5.2. HE Orlovac

HE Orlovac je visokotlačna derivacijska hidroelektrana s instaliranom snagom od 237MW. Prosječna godišnja proizvodnja je oko 497 GWh. Za regulaciju i prihvata vode izgrađena je akumulacija Buško Blato sa kapacitetom od 800 milijuna m³.

Objekti HE nalaze se u dvije države:

- Umjetno jezero Buško blato sa svojim postojećim objektima i jedan dio dovodnog tunela su u Bosni i Hercegovini
- Drugi dio dovodnog tunela, vodna komora, tlačni cjevovod, strojnice i odvodni kanal strojnice nalaze se u Hrvatskoj.

HE Orlovac predstavlja derivacijski tip elektrane. Predstavlja cijeli hidroenergetski sustav čija rješenja počivaju na izgradnji akumulacijskih bazena i retencije reguliranih

vodotoka i dovodnih kanalskih sustava koji služe za prihvaćanje, izravnavanje i transport voda na Livanjsko polje te njihovo energetske korištenje na padu od oko 380 m između Livanjskog i Sinjskog polja.

1.5.3. HE Đale

HE Đale je pribranska hidroelektrana ukupne instalirane snage 40,8 MW, koristi dvije Kaplanove turbine od 20,4 MW. Izravnavanje dotoka i povišenje pada na profilu HE Đale osigurano je izgradnjom akumulacije u samom koritu rijeke Cetine ukupnog volumena 3,7 milijuna m³ i korisnog volumena 2,95 milijuna m³. Instalirani protok je 220 m³/s, a prosječna godišnja proizvodnja je oko 106 GWh. Smještena je na klancu rijeke Cetine, 5.8 km nizvodno od Trilja. Hidroelektrana koristi energetske potencijal na padu od oko 21m između Sinjskog polja i umjetnog jezera Prančevići.

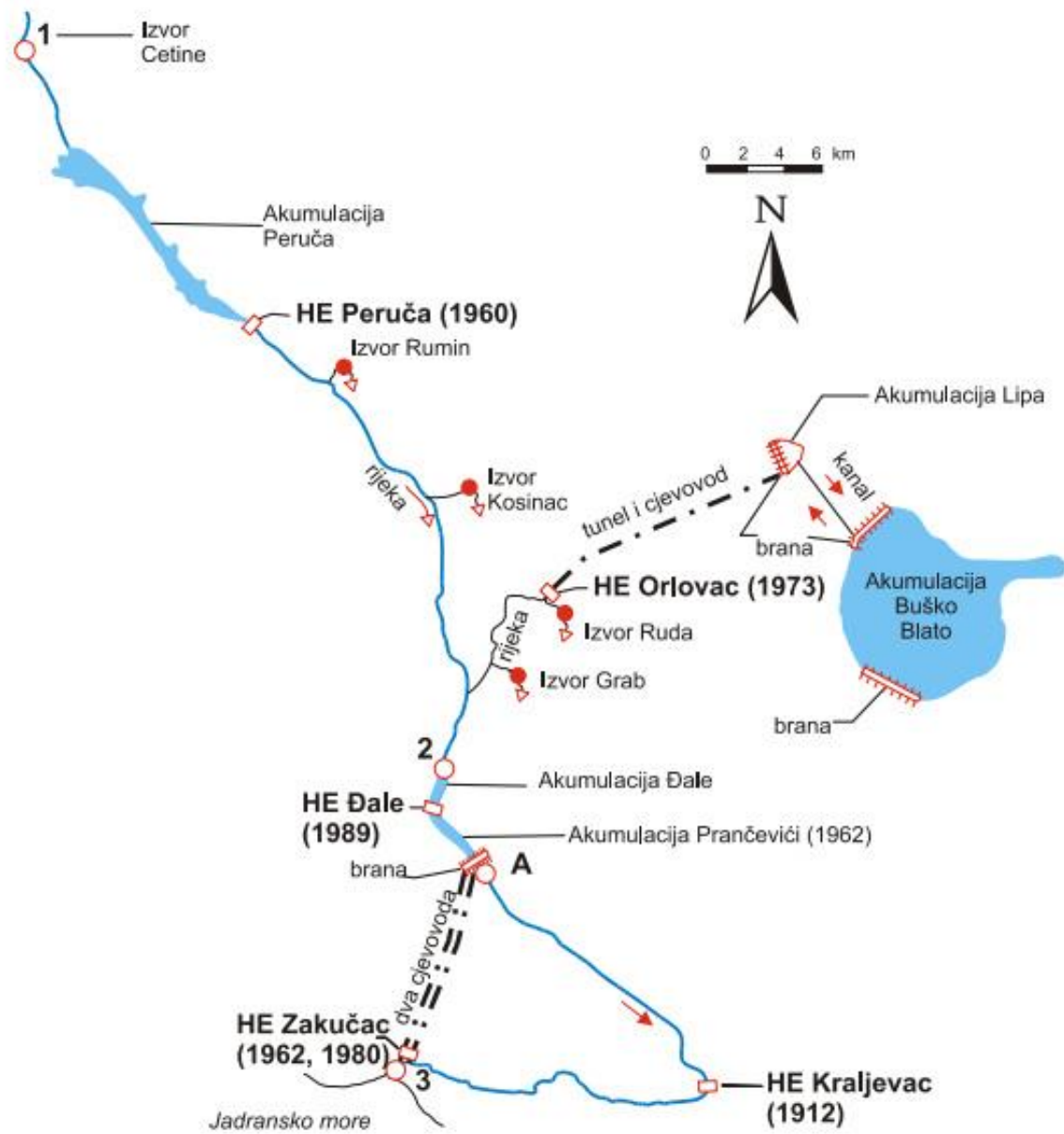
1.5.4. HE Kraljevac

HE Kraljevac prva je hidroelektrana na rijeci Cetini, nalazi se kod mjesta Zadvarje iznad Omiša oko 21km uzvodno od ušća. Hidroelektrana je derivacijskog tipa s instaliranim protokom od 70 m³/s, padom od 110 m i ukupnom instaliranom snagom od 59,7 MW. Koristi koncentrirani pad slapova Velike i Male Gubavice, a prosječna godišnja proizvodnja iznosi 33 GWh.

1.5.5. HE Zakućac

HE Zakućac derivacijska je hidroelektrana, nalazi se 2 km uzvodno od ušća Cetine. Po mogućoj proizvodnji električne energije i samoj instaliranoj snazi najveća je hidroelektrana u Republici Hrvatskoj. Njena ukupna instalirana snaga iznosi 486 MW s instaliranim protokom od 220 m³/s. Snaga joj je raspoređena u četiri Francisove turbine, dvije po 108 MW, te dvije po 135 MW. Korisni pad vode joj iznosi 250,4 m. Akumulacija Prančevići zadovoljava potrebe dnevnog izravnavanja protoka potrebnog za rad same hidroelektrane.

[11]



Slika 13. Sliv Cetine sa hidroelektranama i akumulacijama [12]

2. ANALIZA PODATAKA

Za obradu podataka srednjih dnevnih protoka te ukupnih dnevnih padalina, u ovom poglavlju opisane su osnovne statističke formulacije pomoću kojih su dobiveni rezultati analize.

2.1. Osnovna statistička analiza

2.1.1. Srednja vrijednost

Matematičko očekivanje slučajne varijable predstavlja srednju vrijednost. Ako je X slučajna varijabla diskretnog tipa s konačnim skupom vrijednosti $R(X)=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$. Za N ponovljenih neovisnih pokusa registriamo vrijednosti slučajne varijable X . Neka se vrijednost x_1 ostvari u N_1 pokusa, vrijednost x_2 u N_2 pokusa, vrijednost x_n u N_n pokusa, gdje je: $N_1+N_2+\dots+N_n=N$, onda slijedi:

$$\bar{X}_N = \frac{N_1x_1 + N_2x_2 + \dots + N_nx_n}{N} ,$$

gdje \bar{X}_N predstavlja srednju vrijednost slučajne varijable X . [13]

2.1.2. Varijanca

Matematiko očekivanje kvadratnog odstupanja od srednje vrijednosti je varijanca. Ona pokazuje vrijednost raspršenosti podataka, tj. njihovu udaljenost od srednje vrijednosti, a dobije se pomoću izraza:

$$\text{Var}(X) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2 ,$$

μ je matematičko očekivanje koje se računa prema izrazu:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i ,$$

[13]

a uzoračka varijanca :

$$S^2(X) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2 \quad .$$

[13]

2.1.3. Standardna devijacija

Standardnom devijacijom nazivamo mjeru kojom definiramo gustoću raspršenosti podataka od njihove srednje vrijednosti. Kod male vrijednosti standardne devijacije podatci su grupirani u blizini srednje vrijednosti, tj. radi se o malim odstupanjima podataka od srednje vrijednosti, dok nam velike vrijednosti standardne devijacije ukazuju na veliku raspršenost podataka od srednje vrijednosti. Računa se prema izrazu:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}$$

[13]

2.2. Regresijska analiza

Kada imamo dvije ili više varijabli koje su inhrentno povezane, odnosno kada između njih postoji neka zavisnost koju želimo istražiti, koristimo regresijsku analizu. Regresijom se prikazuje ovisnost jedne slučajne varijable o drugoj ili više slučajnih varijabli. Ako imamo slučaj da nam razdioba slučajne varijable nije poznata onda ovisnost slučajne varijable Y o X određujemo na osnovu uzorka. [14]

2.2.1. Linearna regresija

Ako imamo zavisnost jedne varijable (y) o jednoj nezavisnoj varijabli (x), onda pretpostavljamo da je x kontinuirana slučajna varijabla gdje je njihova linearna ovisnost jednaka:

$$y = ax + b = f(x) ,$$

gdje se koeficijenti **a** i **b** najčešće određuju metodom najmanjih kvadrata koja minimizira vrijednosti kvadrata udaljenosti između opaženih podataka i regresijske krivulje (pravca).

Izvod za izraz metode najmanjih kvadrata:

$$\hat{a} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i y_i - \bar{x} \bar{y}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \bar{x}^2} , \quad \hat{b} = \bar{y} - \hat{a} \cdot \bar{x} .$$

Kad metodom analiziramo vertikalna odstupanja, onda se sva slučajna pogreška pripisuje y varijabli. Nužan uvjet pri korištenju klasičnih regresijskih metoda je taj da broj parametara koje tražimo (a i b u slučaju pravca) bude manji ili jednak broju mjerenja koja analiziramo.

Korelacijski koeficijent R^2 , govori o korelaciji i smjeru linearne povezanosti između dvije varijable (+1 pozitivna korelacija; -1 negativna korelacija; 0 nema korelacije). [14]

$$R^2 = \frac{a \sum_{i=1}^n y_i + b \sum_{i=1}^n x_i y_i - n \cdot \bar{y}^2}{\sum_{i=1}^n y_i^2 - n \cdot \bar{y}^2} , \quad 0 \leq R^2 \leq 1$$

2.3. Krivulja trajanja protoka

Krivulja trajanja protoka pokazuje postotak vremena ili broj dana u godini kod kojih je protok ili vodostaj veći ili jednak danim količinama. Za izradu krivulje trajanja potrebno je zbrojiti kumulativne učestalosti promatrane vrijednosti. Kumulativna učestalost jest trajnost i grafički se prikazuje krivuljom trajanja. Nagib krivulje trajanja ovisan je o vrsti podataka koje analiziramo. To mogu biti srednji dnevni, srednji mjesečni ili srednji godišnji protoci, a najispravnije je koristiti srednje dnevne protoke. Osim što krivulja trajanja predstavlja važnu

ulogu pri proučavanju raspoloživih količina vode, ona može poslužiti za zaključke određenim specifičnostima vodnog režima promatranog vodotoka. Na osnovu oblika krivulje trajanja moguće je ustanoviti sličnost između dva ili više profila. [15]

2.4. RAPS

Osim postojanja općeg trenda, moguće je analizom vremenskog niza odrediti preciznija odstupanja unutar ispitivanog niza. Za takvu analizu u ovom radu korištena je RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums) metoda. Ona omogućava vizualni grafički prikaz koji je u stanju detektirati prevladavanje malih sustavnih i slučajnih promjena, varijabilnosti i grešaka u analiziranom vremenskom nizu. Grafički prikaz RAPS-a ima sposobnost prikazivanja više podrazdoblja sa sličnim karakteristikama, prikaz naglih skokova ili padova vrijednosti, prikaz većeg broja trendova i neregularnih fluktuacija te na osnovu njega u analiziranom vremenskom nizu možemo uočiti postojanost periodičnosti.

U ovom radu su RAPS metodom obrađeni minimalni godišnji protoci prikazani u tablici 8 te na slici 23 i maksimalni godišnji protoci prikazani u tablici 9 te na slici 24.

Formula:

$$RAPS_k = \sum_{t=1}^k \left(\frac{Q_t - Q_{sr}}{\sigma} \right)$$

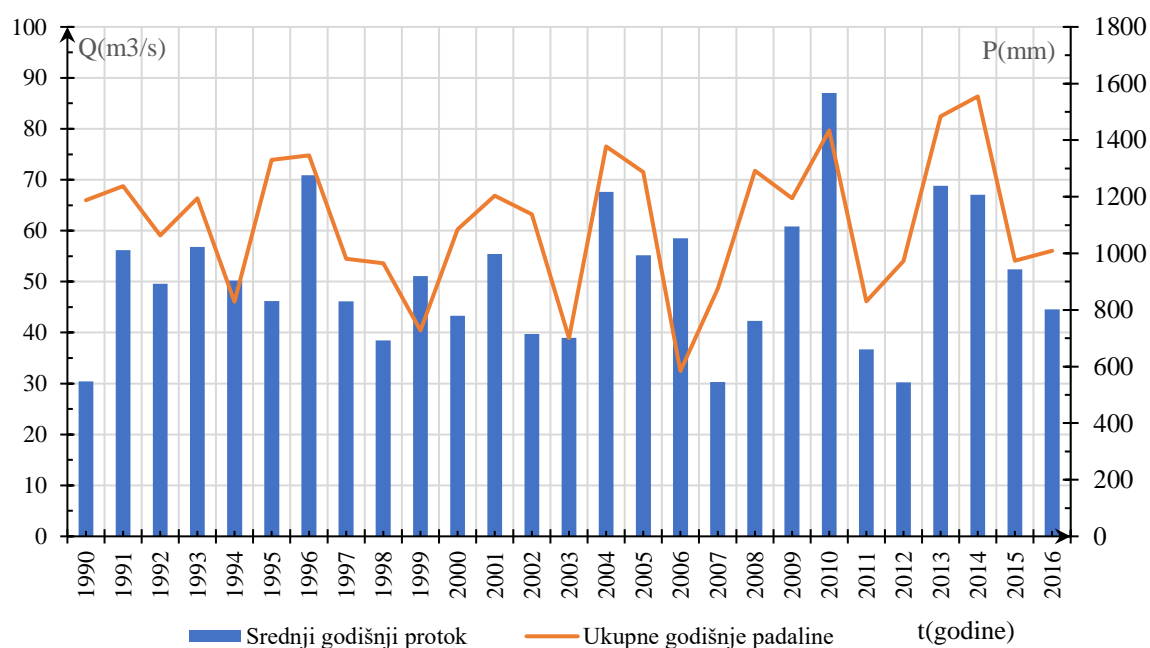
pri čemu je Q_{sr} prosječna vrijednost cijeloga razmatranog vremenskog niza, σ je standardna devijacija istog niza, n je broj podataka u vremenskom nizu, dok ($k = 1, 2, \dots, n$) predstavlja brojač tijekom sumiranja. Grafički prikaz $RAPS_k$ vrijednosti tijekom vremena očito i nedvosmisleno ukazuje na postojanje pravilnosti u fluktuacijama analiziranog parametra Q_t , koji predstavlja minimalni odnosno maksimalni godišnja protok. [16]

3. ULAZNI PODATCI

3.1. Oborine-Sinj

Na osnovi podataka s mjerne oborinske postaje Sinj obrađeni su podatci od 1990. do 2016. godine te je prikazana njihova veza s protocima na mornoj postaji Han.

Na slici 14 prikazane su ukupne godišnje padaline i ukupni srednji godišnji protoci od 1990. do 2016. gdje je vidljiva njihova međusobna veza. Veza između srednjih dnevnih protoka i ukupnih dnevnih padalina prikazana je na slici 15.



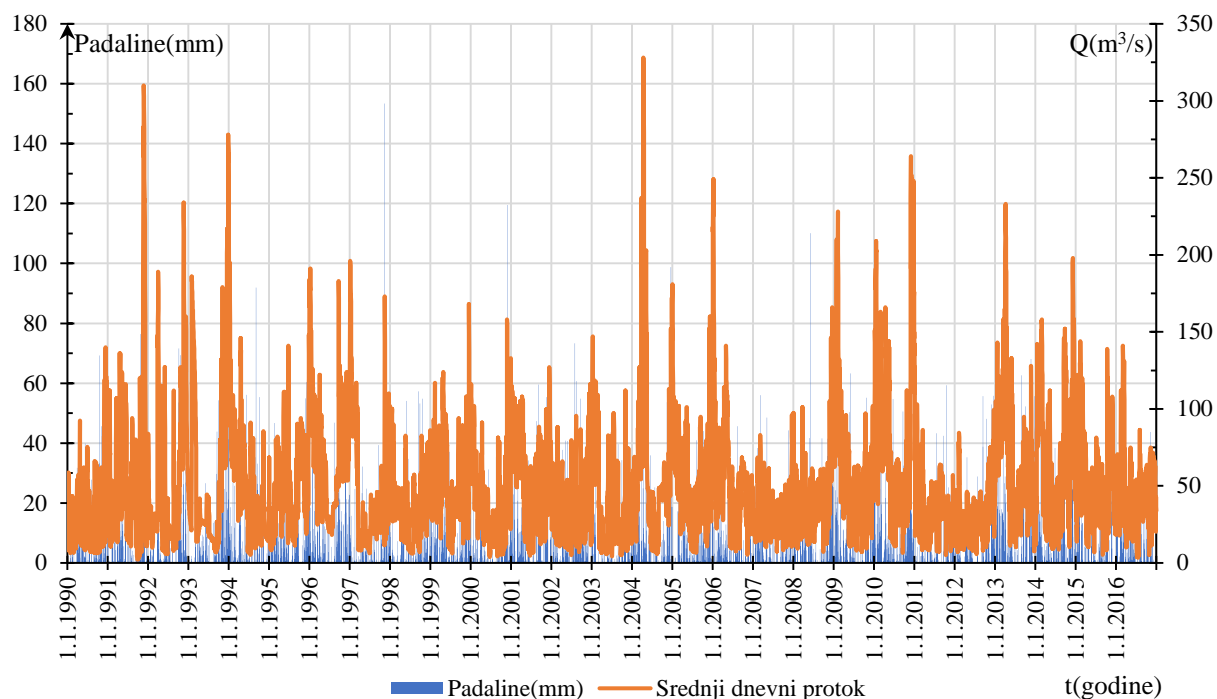
Slika 14. Prikaz ukupnih godišnjih oborina i srednjih godišnjih protoka

Tablica 1. Prikaz godišnjih protoka (m³/s) od 1990.-2016.godine

GODINA	MIN.	SR.	MAX.	UKUPNI
1990.	4,88	30,40	151,00	11106,86
1991.	2,20	56,20	312,00	20501,57
1992.	3,66	49,50	236,00	18100,22
1993.	6,12	57,50	281,00	20735,73
1994.	3,66	50,30	257,00	18319,73
1995.	4,32	46,00	161,00	16863,13
1996.	5,39	70,90	195,00	25866,20
1997.	3,98	46,40	197,00	16845,51
1998.	5,24	38,40	130,00	14048,61
1999.	2,93	51,20	182,00	18658,20
2000.	2,63	43,30	169,00	15805,45
2001.	2,93	55,50	137,00	20229,23
2002.	3,55	39,70	135,00	14498,15
2003.	3,33	39,30	154,00	14223,86
2004.	4,90	67,70	331,00	24669,78
2005.	5,59	55,10	190,00	20137,31
2006.	4,90	58,40	251,00	21345,64
2007.	5,59	30,20	113,00	11045,30
2008.	5,59	42,20	184,00	15438,34
2009.	6,34	61,20	235,00	22202,17
2010.	5,99	87,00	279,00	31764,49
2011.	4,56	36,70	164,00	13396,48
2012.	4,56	30,30	126,00	11044,76
2013.	5,95	69,10	234,00	25116,71
2014.	7,08	67,30	204,00	24474,74
2015.	4,67	52,70	163,00	19128,08
2016.	2,90	44,60	159,00	16254,77

Tablica 2. Prikaz godišnjih padalina (mm) od 1990.-2016.

GODINA	UKUPNO (mm)	PR. MJ. (mm)
1990	1188,10	99,01
1991	1237,50	103,13
1992	1063,60	88,63
1993	1194,60	99,55
1994	828,80	69,07
1995	1330,50	110,88
1996	1346,10	112,18
1997	980,40	81,70
1998	965,10	80,43
1999	727,50	60,63
2000	1084,60	90,38
2001	1203,50	100,29
2002	1138,00	94,83
2003	699,90	58,33
2004	1377,80	114,82
2005	1287,10	107,26
2006	584,10	48,68
2007	875,90	72,99
2008	1291,90	107,66
2009	1194,50	99,54
2010	1434,20	119,52
2011	830,60	69,22
2012	972,30	81,03
2013	1483,70	123,64
2014	1554,40	129,53
2015	974,30	81,19
2016	980,60	81,72



Slika 15. Prikaz srednjih dnevnih protoka i dnevnih padalina za razdoblje od 1990.-2016.

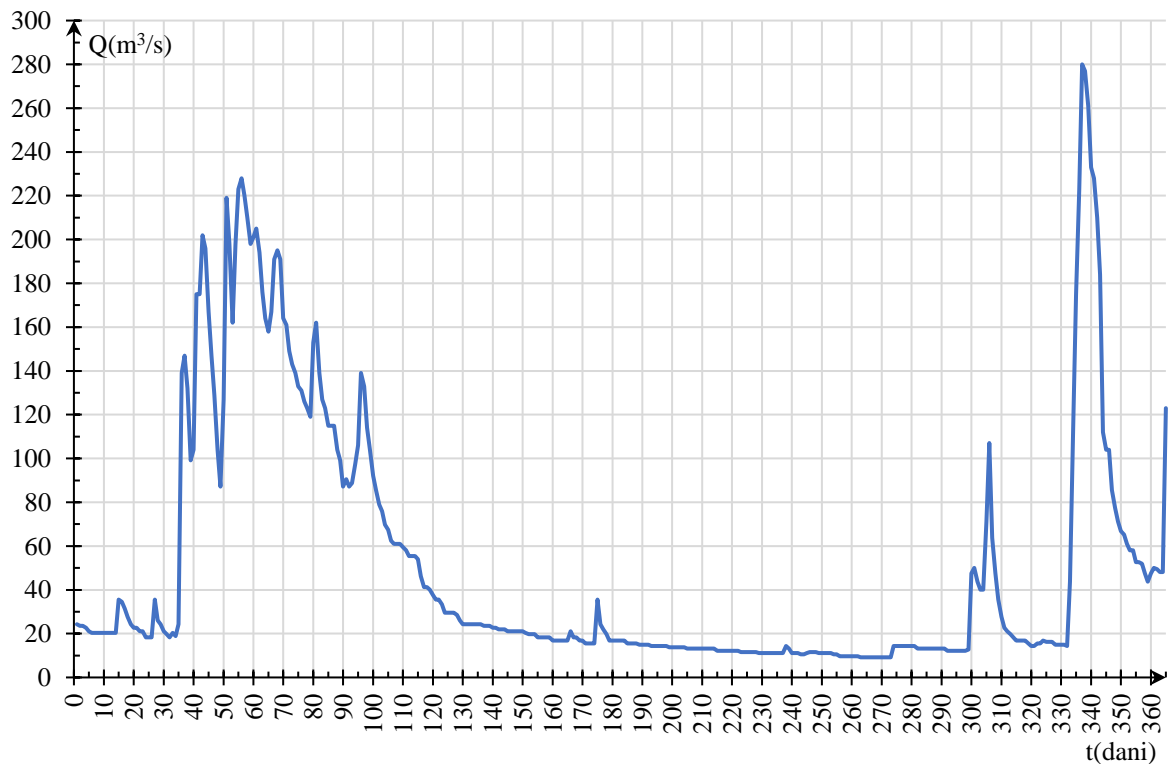
3.2. Protoci s mjerne postaje Han

Na osnovi sirovih podataka srednjih dnevnih protoka s mjerne postaje Han na Cetini izvršena je obrada istih te njihova analiza.

Analizirani su podatci za razdoblje od 1947.-2016. što predstavlja niz mjerenja od 70 godina u kojem je promatran srednji dnevni protok na rijeci Cetini. Za svaku od godina obrađeni su podatci te su posloženi u tablice iz kojih je rađena daljnja analiza. U tablicama 1, 2, 3 i 4 su prikazani podatci srednjih dnevnih protoka redom za godine 1947., 1957., 1958., 2013., 2015. i 2016. godinu te su za ista razdoblja prikazani hidrogrami srednjih dnevnih protoka na slikama redom na slikama 16, 17, 18, 19, 20 i 21.

Tablica 3. Prikaz srednjih dnevnih protoka (m^3/s) za 1947. godinu

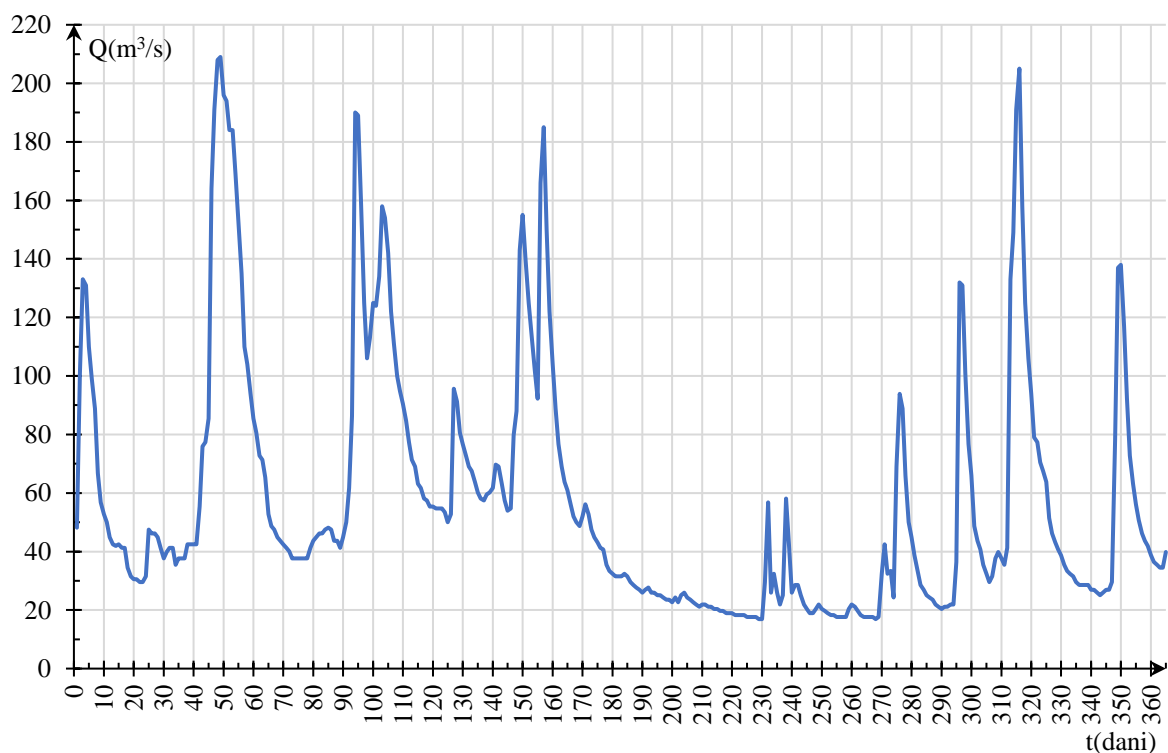
1947	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	24,3	18,3	201	90,5	35,5	19,7	16,9	13,2	10,6	14,4	71,3	175
2	23,5	20,4	205	87,2	35,5	19,7	16,9	13,2	11,1	14,4	107	223
3	23,5	18,9	194	88,8	33,4	19,7	16,9	12,1	11,6	14,4	63,8	280
4	22,7	24,3	176	97,4	29,6	18,3	15,6	12,1	11,6	14,4	47,5	277
5	21,1	139	164	106	29,6	18,3	15,6	12,1	11,6	14,4	35,5	261
6	20,4	147	158	139	29,6	18,3	15,6	12,1	11,1	14,4	27,7	233
7	20,4	132	167	133	29,6	18,3	15,6	12,1	11,1	14,4	22,7	228
8	20,4	99,1	191	114	28,6	18,3	15	12,1	11,1	14,4	21,1	210
9	20,4	104	195	104	26	16,9	15	12,1	11,1	13,2	19,7	184
10	20,4	175	191	92,2	24,3	16,9	15	12,1	11,1	13,2	18,3	112
11	20,4	175	164	85,5	24,3	16,9	15	11,6	10,6	13,2	16,9	104
12	20,4	202	161	79	24,3	16,9	14,4	11,6	10,6	13,2	16,9	104
13	20,4	196	149	75,9	24,3	16,9	14,4	11,6	9,64	13,2	16,9	85,5
14	20,4	167	143	69,7	24,3	16,9	14,4	11,6	9,64	13,2	16,9	77,4
15	35,5	147	139	67,5	24,3	21,1	14,4	11,6	9,64	13,2	15,6	71,3
16	34,5	129	133	62,4	24,3	18,3	14,4	11,6	9,64	13,2	14,4	66,8
17	31,5	104	131	61	23,5	18,3	14,4	11,1	9,64	13,2	14,4	65,3
18	27,7	87,2	126	61	23,5	16,9	13,8	11,1	9,64	13,2	15,6	61
19	24,3	127	123	61	23,5	16,9	13,8	11,1	9,64	12,1	15,6	58,1
20	22,7	219	119	59,5	22,7	15,6	13,8	11,1	9,19	12,1	16,9	58,1
21	22,7	198	153	58,1	22,7	15,6	13,8	11,1	9,19	12,1	16,3	52,7
22	21,1	162	162	55,4	21,9	15,6	13,8	11,1	9,19	12,1	16,3	52,7
23	21,1	198	139	55,4	21,9	15,6	13,8	11,1	9,19	12,1	16,3	52
24	18,3	223	127	55,4	21,9	35,5	13,2	11,1	9,19	12,1	15	47,5
25	18,3	228	123	54	21,1	24,3	13,2	11,1	9,19	12,1	15	43,7
26	18,3	220	115	46,2	21,1	21,9	13,2	14,4	9,19	12,7	15	47,5
27	35,5	210	115	41,3	21,1	19,7	13,2	13,2	9,19	47,5	15	50
28	26	198	115	41,3	21,1	16,9	13,2	11,1	9,19	50	14,4	49,4
29	24,3		104	40,1	21,1	16,9	13,2	11,1	9,19	43,7	43,7	48,1
30	21,1		99,1	37,6	21,1	16,9	13,2	11,1	9,19	40,1	114	48,1
31	19,7		87,2		20,4		13,2	10,6		40,1		123



Slika 16. Hidrogram srednjih dnevnih protoka za 1947. godinu

Tablica 4. Prikaz srednjih dnevnih protoka (m^3/s) za 1957. godinu

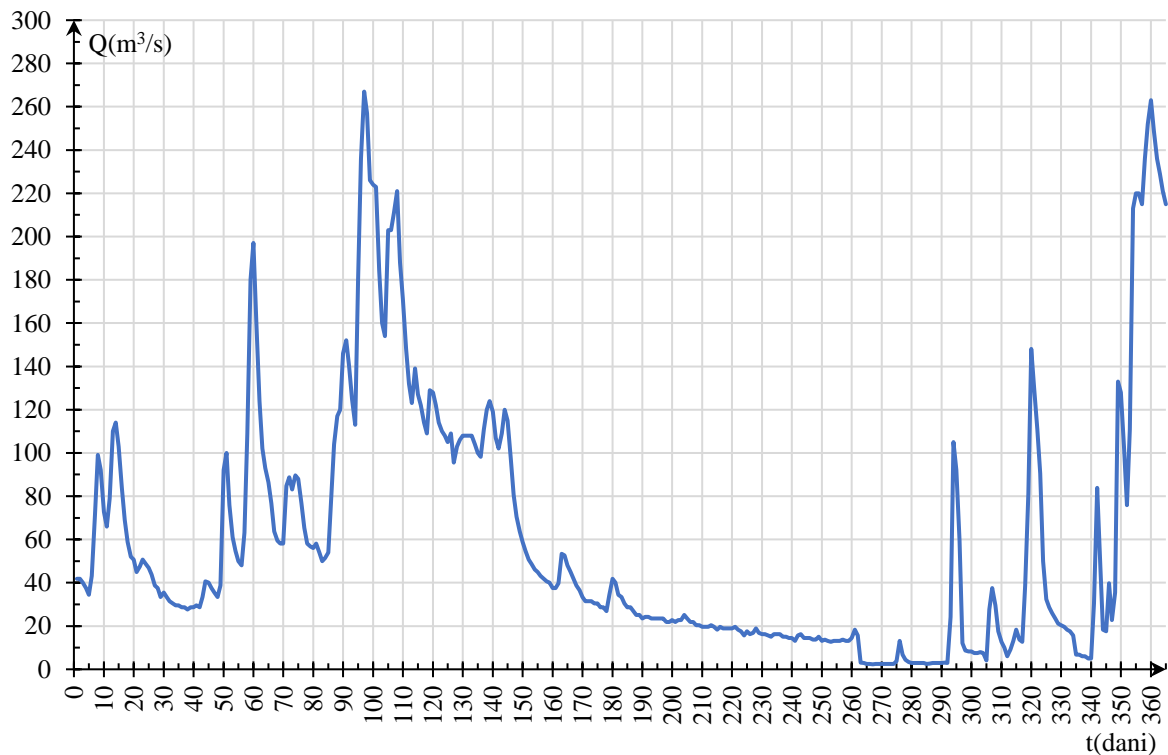
1957	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	48,1	41,3	85,5	50	54,7	125	31,5	21,1	21,9	24,3	32,4	29,6
2	101	41,3	80,6	61,7	54,7	114	31,5	20,4	20,4	69	29,6	28,6
3	133	35,5	72,8	86,3	54,7	102	32,4	20,4	18,9	93,9	31,5	28,6
4	131	37,6	71,3	190	53,4	92,2	31,5	19,7	18,9	88,8	37,6	28,6
5	110	37,6	65,3	189	50	166	29,6	19,7	20,4	66	39,8	28,6
6	99,1	37,6	52,7	160	52,7	185	28,6	18,9	21,9	50	37,6	26,9
7	88,8	42,5	48,7	125	95,6	150	27,7	18,9	20,4	44,9	35,5	26,9
8	66,8	42,5	47,5	106	91,3	122	26,9	18,9	19,7	38,7	41,3	26
9	56,8	42,5	44,9	113	80,6	104	26	18,3	18,9	33,4	133	25,1
10	52,7	42,5	43,7	125	76,7	88,8	26,9	18,3	18,3	28,6	149	26
11	50	55,4	42,5	124	72,8	76,7	27,7	18,3	18,3	26,9	191	26,9
12	44,9	75,9	41,3	134	69	69	26	18,3	17,6	25,1	205	26,9
13	42,5	77,4	40,1	158	67,5	63,8	26	17,6	17,6	24,3	158	29,6
14	41,9	85,5	37,6	154	63,8	61	25,1	17,6	17,6	23,5	125	78,2
15	42,5	164	37,6	142	60,2	56,1	25,1	17,6	17,6	21,9	106	137
16	41,3	191	37,6	122	58,1	52	24,3	17,6	20,4	21,1	93,9	138
17	41,3	208	37,6	111	57,4	50	23,5	16,9	21,9	20,4	79	117
18	34,5	209	37,6	100	59,5	48,7	23,5	16,9	21,1	21,1	77,4	92,2
19	31,5	196	37,6	94,8	60,2	52	22,7	29,6	19,7	21,1	70,5	72,8
20	30,5	194	41,3	90,5	61,7	56,1	24,3	56,8	18,3	21,9	67,5	63,1
21	30,5	184	43,7	84,7	69,7	52,7	22,7	26	17,6	21,9	63,8	56,1
22	29,6	184	44,9	77,4	69	47,5	25,1	32,4	17,6	36,5	51,4	50,7
23	29,6	169	46,2	71,3	63,1	44,9	26	26	17,6	132	46,2	46,2
24	31,5	153	46,2	69	57,4	43,1	24,3	21,9	17,6	131	43,1	43,7
25	47,5	135	47,5	63,1	54	41,3	23,5	25,1	16,9	101	40,7	41,9
26	46,2	110	48,1	61,7	54,7	40,7	22,7	58,1	17,6	76,7	38,7	38,7
27	46,2	104	47,5	58,1	79,8	35,5	21,9	42,5	32,4	66	35,5	36,5
28	44,9	93,9	43,7	57,4	88	33,4	21,1	26	42,5	48,7	33,4	35,5
29	41,3		43,7	55,4	143	32,4	21,9	28,6	32,4	43,7	32,4	34,5
30	37,6		41,3	55,4	155	31,5	21,9	28,6	33,4	40,7	31,5	34,5
31	39,8		44,9		140		21,1	25,1		35,5		39,8



Slika 17. Hidrogram srednjih dnevnih protoka za 1957. godinu

Tablica 5. Prikaz srednjih dnevnih protoka (m^3/s) za 1958. godinu

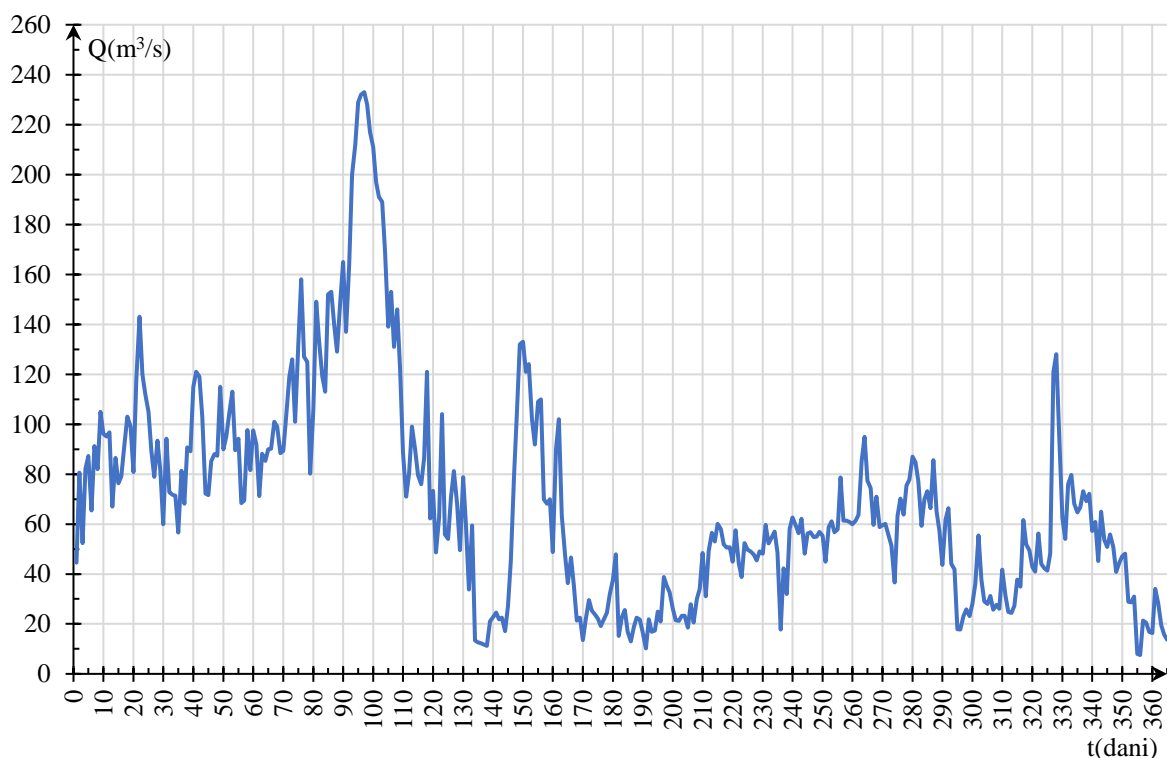
1958	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	41,9	31,5	197	152	122	50,7	34,5	20,4	14,4	2,5	4,15	6,73
2	41,9	30,5	161	140	114	48,7	33,4	19,7	14,4	3,62	27,7	6,73
3	40,1	29,6	124	125	110	46,2	30,5	18,3	14,4	13,2	37,6	6,01
4	37,6	29,6	102	113	108	44,9	28,6	19,7	13,8	6,73	29,6	6,01
5	34,5	28,6	93	180	105	43,1	28,6	18,9	13,8	4,43	17,6	5,03
6	43,1	28,6	86,3	236	109	41,9	26,9	18,9	15	3,38	12,7	5,03
7	71,3	27,7	76,7	267	95,6	40,7	25,1	18,9	13,2	2,92	10,1	30,5
8	99,1	28,6	63,8	257	103	40,1	25,1	18,9	13,8	2,92	6,01	83,9
9	92,2	28,6	59,5	226	106	37,6	23,5	19,7	13,2	2,92	9,19	50,7
10	72,8	29,6	58,1	224	108	37,6	24,3	18,3	12,7	2,92	13,2	18,3
11	66	28,6	58,1	223	108	39,8	24,3	17,6	13,2	2,92	18,3	17,6
12	79	33,4	84,7	184	108	53,4	23,5	15,6	13,2	2,5	13,8	39,8
13	110	40,7	88,8	160	108	52,7	23,5	17,6	13,2	2,7	12,7	22,7
14	114	40,1	83,1	154	104	48,1	23,5	16,3	13,8	2,92	38,7	35,5
15	103	37,6	89,7	203	100	44,9	23,5	16,9	13,2	2,92	81,4	133
16	83,9	35,5	88	203	98,2	41,9	23,5	18,9	13,2	2,92	148	128
17	69	33,4	76,7	211	111	38,7	21,9	16,9	14,4	2,92	130	102
18	58,8	38,7	65,3	221	120	36,5	21,9	16,3	18,3	3,14	111	75,9
19	52	92,2	58,1	188	124	33,4	22,7	16,3	15,6	2,92	90,5	111
20	50,7	100	56,8	171	119	31,5	21,9	15,6	3,14	24,3	50	213
21	44,9	75,9	56,1	148	107	31,5	22,7	15	2,92	105	32,4	220
22	47,5	61	58,1	132	102	31,5	22,7	16,3	2,5	92,2	28,6	220
23	50,7	54,7	54	123	109	30,5	25,1	16,3	2,5	59,5	26	215
24	48,7	50	50	139	120	30,5	23,5	16,3	2,3	12,1	23,5	236
25	46,8	48,1	51,4	127	115	28,6	21,9	15	2,5	8,74	21,1	252
26	43,7	63,1	54	122	97,4	28,6	21,9	15	2,5	8,31	20,4	263
27	38,7	109	79	114	80,6	26,9	20,4	14,4	2,5	8,31	19,7	249
28	37,6	180	104	109	70,5	34,5	20,4	14,4	2,5	7,49	18,3	236
29	33,4		117	129	63,8	41,9	19,7	13,2	2,5	7,49	17,6	229
30	35,5		120	128	58,8	40,1	19,7	15,6	2,5	7,9	15,6	221
31	33,4		146		54,7		19,7	16,3		7,49		215



Slika 18. Hidrogram srednjih dnevnih protoka za 1958. godinu

Tablica 6. Prikaz srednjih dnevnih protoka (m^3/s) za 2013. godinu

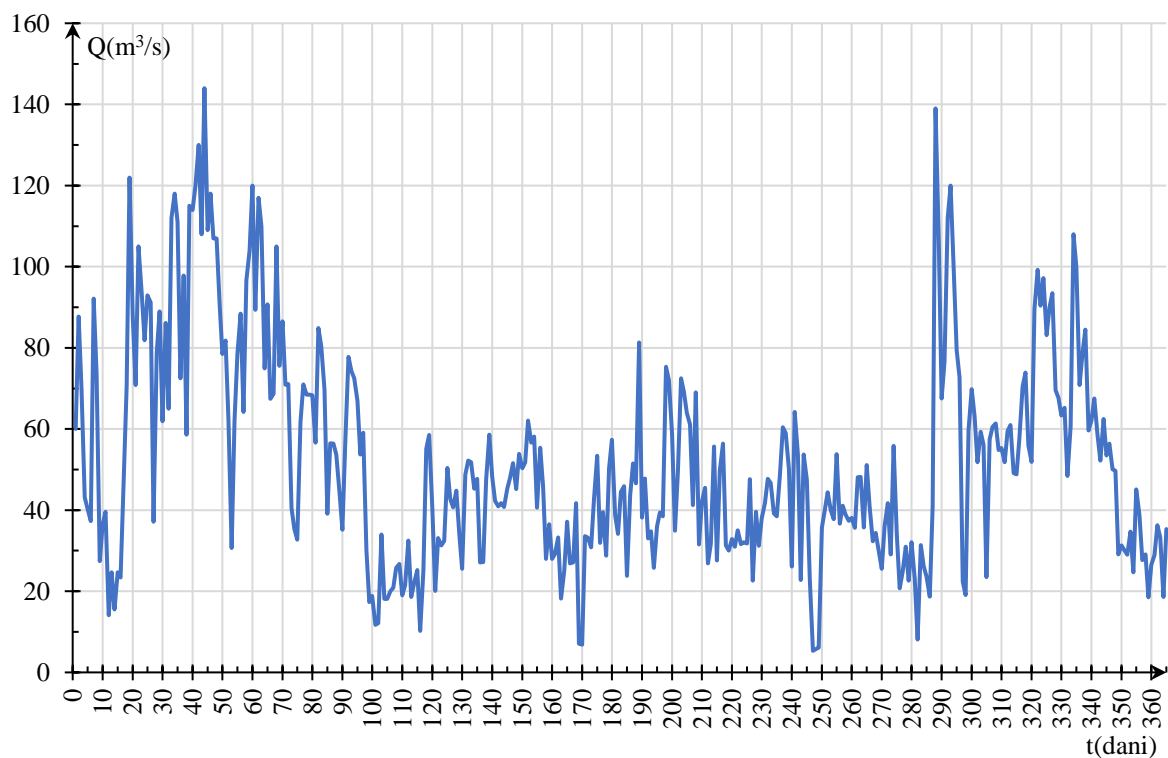
2013	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	44,6	72,7	97,5	137	48,6	124	15,2	56,5	48,1	36,6	28	64,7
2	80,6	71,7	91,9	164	62,9	102	22,8	53	56,2	63,3	31,2	66,8
3	52,4	71,3	71,2	200	104	91,9	25,6	60,1	56,7	70,2	25,7	73,1
4	82,1	56,6	88,1	212	55,8	109	16,8	58	54,8	63,8	27,6	69,2
5	87,2	81,4	85,3	229	54	110	13	51,8	54,9	75,5	26,1	72,1
6	65,5	68,1	90	232	70,9	69,9	18,7	50,6	56,9	77,8	41,7	57,3
7	91,2	90,7	90,2	233	81,2	68,1	22,5	50,7	55,3	87	31,5	60,9
8	82	89,2	101	228	68,3	70	21,7	44,9	44,9	84,8	24,8	45,2
9	105	115	99	217	49,5	48,8	16,6	57,5	58,8	77,1	24,4	64,9
10	96,1	121	88,4	211	78,8	90	10,2	44,3	61,1	59,3	27,3	53,7
11	95,1	119	89,3	197	58,9	102	21,8	38,8	56,7	70	37,8	50,8
12	96,7	103	103	191	33,8	63,7	16,9	52,4	57,9	73,2	35	55,8
13	67	72,2	119	189	59,4	48,2	17,4	49,7	78,6	66,4	61,6	50,9
14	86,5	71,6	126	169	13,4	36,4	24,9	49,1	61,3	85,6	51,9	40,8
15	76,3	85,2	101	139	12,6	46,6	21	47,7	61,3	65,1	49,4	44,5
16	79	88	132	153	12,2	35,2	38,8	45,5	60,9	57,1	42,9	47,1
17	92,1	87,4	158	131	11,7	21,4	35,3	49	59,9	43,7	41	48,2
18	103	115	127	146	11,2	22,5	32,6	48,2	61,4	61,7	56,2	28,9
19	99,1	90	125	122	21,1	13,5	26,1	59,7	63,6	66,4	44,1	28,6
20	80,8	95,1	80,2	88,7	22,6	21,9	21,5	52,2	85,3	44	42,2	30,9
21	118	104	106	71	24,5	29,5	21,2	54,7	94,9	41,8	41,4	7,97
22	143	113	149	80,2	21,8	25,3	23,3	57	77,4	17,9	48,2	7,54
23	120	89,5	133	99,1	22,5	23,9	23,3	48,5	74,4	17,7	121	21,3
24	112	94,2	119	89,8	17,1	22,1	18,5	17,7	59,7	23,2	128	20,4
25	105	68,4	113	79,6	27,1	19,2	27,9	42,2	71	25,8	95,7	16,9
26	89,2	69,4	152	76	45,5	22	20,6	32	58,8	23,2	62,4	16,3
27	78,9	97,7	153	86,3	79,4	24,4	29,9	58,2	59,5	28,2	54	34,1
28	93,4	81,6	140	121	105	31,8	34,1	62,6	60,1	36,1	76	28,5
29	81,4		129	62,2	132	37,8	48,4	59,4	55,4	55,4	79,7	19,4
30	60		149	73,3	133	47,9	31,1	56,3	51,3	37,7	68,2	15,7
31	94,2		165		121		49,2	62,1		29,1		13,6



Slika 19. Hidrogram srednjih dnevnih protoka za 2013. godinu

Tablica 7. Prikaz srednjih dnevnih protoka (m^3/s) za 2015. godinu

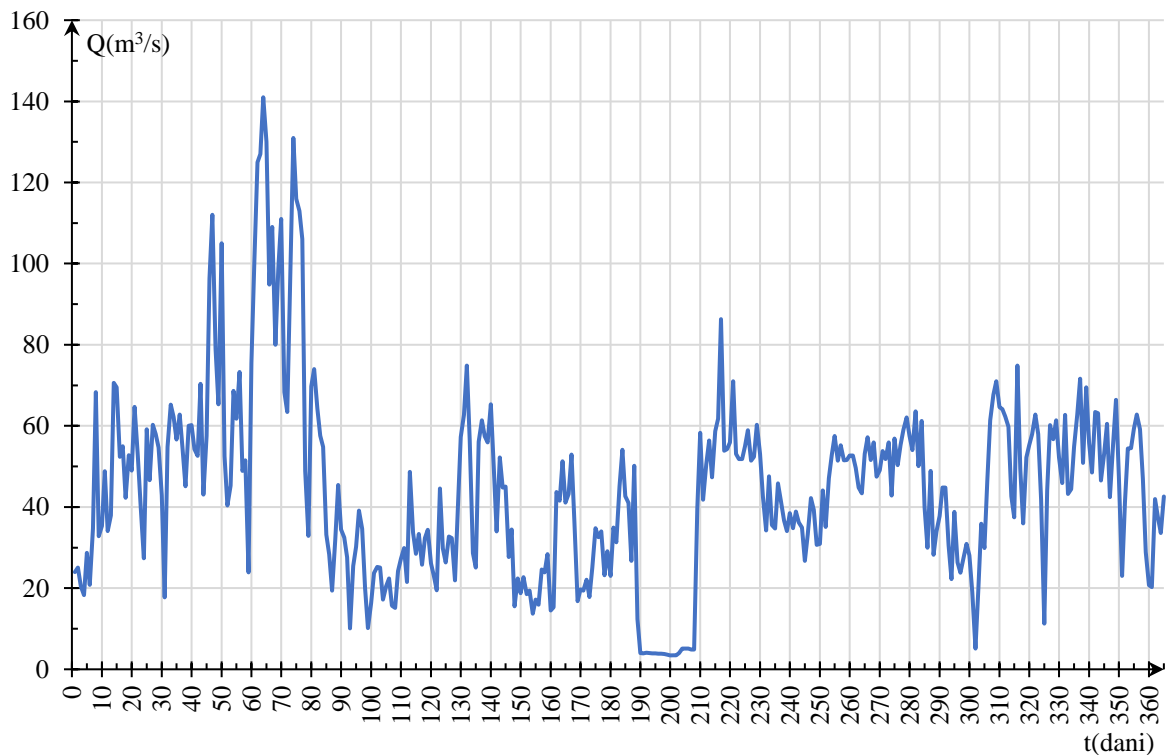
2015	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	60	65	120	56,6	20,1	62,1	34,1	31,7	53,7	55,8	23,5	99,9
2	87,7	112	89,4	77,8	33,1	56,6	44,5	55,7	47,5	33,9	57,4	70,8
3	69,8	118	117	74,3	31,3	58,1	45,9	27,6	23,3	20,7	60,5	78,6
4	43,1	111	110	72,5	32,4	40,6	23,8	49,7	5,32	24,7	61,4	84,5
5	40,3	72,5	74,9	67	50,4	55,4	43,7	56,4	5,76	31	54,8	59,6
6	37,3	97,8	90,7	53,7	42,7	45,7	51,5	31,3	6,12	22,6	55,3	62,1
7	92,1	58,6	67,4	59,1	40,7	28	46,6	30	35,7	32,1	51,8	67,5
8	73,8	115	68,7	30,2	44,8	36,5	81,3	32,9	40	23,1	59,5	58,5
9	27,4	114	105	17,3	34,3	28	38,2	31	44,4	8,09	61	52,2
10	36,5	120	75,6	18,8	25,5	29,2	47,8	35	39,9	31,4	49,1	62,5
11	39,6	130	86,5	11,7	48,7	33,3	33	31,6	37,8	26,2	48,8	53,5
12	14,1	108	70,9	12,1	52,2	18,2	34,8	32,1	53,8	23,6	57,7	56,4
13	24,7	144	71,1	34	51,8	25	25,8	31,8	36,7	18,7	70,4	50,1
14	15,5	109	40,5	18,1	45,3	37,1	36	47,6	41,1	41	73,9	49,7
15	24,7	118	35,3	18,1	47,7	26,9	39,4	22,6	38,9	139	56	29,1
16	23,4	107	32,7	20	27,1	27,1	38,5	39,6	37,4	107	51,9	31,3
17	48	107	61,7	20,9	27,2	41,7	75,3	31,2	38,1	67,5	89,5	30,1
18	70,5	91,5	71	25,8	47,4	7,04	72	38	35,6	76,5	99,2	29
19	122	78,5	68,5	26,7	58,6	6,85	58,6	41,7	48,1	112	90,4	34,7
20	87,7	81,8	68,5	19	48,2	33,6	34,9	47,7	48,2	120	97,2	24,7
21	70,8	62,3	68,3	21,5	42,3	33,2	49,3	46,7	35,7	101	83,1	45,1
22	105	30,7	56,6	32,5	40,9	30,8	72,5	39,2	51,1	79,4	89,9	38,8
23	93,5	62,1	84,9	18,6	41,7	42,7	69,1	38,5	40,9	72,7	93,5	27,7
24	81,9	78,5	80,4	22,3	40,8	53,4	64	48,8	32,3	22,4	69,6	29,1
25	92,9	88,4	69,8	25,2	45,3	31,9	61,1	60,4	34,4	19,1	67,7	18,5
26	91,2	64,2	39,1	10,2	48	39,5	41,2	59	30,2	59,6	63,3	26,5
27	37,1	96,6	56,5	25,1	51,6	28,8	69	50,1	25,5	69,8	65,2	28,9
28	78,8	104	56,4	55,1	45,2	50,2	31,5	26,1	36,2	63,1	48,4	36,3
29	89		53,6	58,5	53,9	57,3	42	64,2	41,7	51,8	60,6	33,3
30	61,9		44,3	40,4	50,3	38,8	45,5	53,8	29,1	59,3	108	18,6
31	86,1		35,2		51,7		26,9	22,8		56,1		35,3



Slika 20. Hidrogram srednjih dnevnih protoka za 2015. godinu

Tablica 8. Prikaz srednjih dnevnih protoka (m^3/s) za 2016. godinu

2016	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	24	54,8	75,5	32,5	23	18,5	31,3	56,4	34,9	42,8	29,9	54,8
2	25,1	65,2	100	27,6	19,5	19,4	45,1	47,3	26,7	56,9	46,5	62,8
3	20,5	62,2	125	10,1	44,6	13,7	54,1	58,7	33,2	50,3	61,4	71,6
4	18,3	56,6	127	25,5	29,8	17,2	42,7	61,8	42,2	55,3	67,7	50,9
5	28,7	62,8	141	30,2	26,3	15,9	41	86,3	39,3	59,1	71	69,5
6	20,8	54,3	130	39,1	32,7	24,6	26,7	53,9	30,7	62,1	64,6	55,8
7	34,7	45,1	94,8	34,6	32,3	23,9	50,2	54,3	30,9	57,5	64,1	48,5
8	68,3	60	109	20,1	21,9	28,4	12,4	55,9	44,1	54	62,3	63,4
9	32,8	60,2	80	10,2	39,8	14,5	4,03	71	35,1	63,6	59,8	63,1
10	35,3	54,3	98,7	16,3	57,3	15,3	3,91	53,1	47,1	50,1	42,7	46,5
11	48,8	52,6	111	23,7	62,7	43,7	4,08	51,8	52,8	61,2	37,5	53,2
12	34,1	70,4	68,3	25,2	74,9	41,6	4	51,8	57,5	39,9	74,9	60,5
13	37,9	43,1	63,4	25,1	56,5	51,3	3,94	55	51,4	30	49,4	42,4
14	70,6	57,6	95,4	17,2	28,6	41,1	3,9	58,9	55,2	48,9	36	55,5
15	69,5	96,3	131	20,5	25,1	43,2	3,88	51,4	51,5	28,2	52,2	66,4
16	52,4	112	116	22,4	56,1	52,9	3,88	52,4	51,6	33,9	55,3	47,5
17	55	79	113	15,7	61,4	36,4	3,79	60,3	52,7	37,8	58	23
18	42,3	65,3	106	15,1	57,4	16,8	3,61	53,1	52,7	44,8	62,8	41,2
19	52,8	105	48,9	24,2	55,9	19,7	3,43	42,5	49,6	44,8	58	54,4
20	49	52,5	32,9	27,2	65,3	19,4	3,46	34,2	44,8	30,6	41,9	54,5
21	64,7	40,4	69,7	29,9	50	22,1	3,46	47,6	43,4	22,2	11,3	59,3
22	52,8	45,3	74	21,5	34	17,8	4	35,6	53,1	38,8	44,1	62,8
23	40,2	68,6	64,3	48,7	52,2	25,1	5,1	34,7	57,2	26,3	60,2	59,2
24	27,4	61,8	57,6	33,7	44,8	34,8	5,13	45,8	51,6	23,8	56,7	46,9
25	59,2	73,3	54,8	28,5	45	32,6	5,1	41,6	55,9	27,2	61,4	28,9
26	46,6	48,9	33,2	33,4	27,7	34	4,86	36,7	47,5	30,9	52,2	20,7
27	60,3	51,5	28,3	25,8	34,5	23,2	4,89	34,1	49,1	28,1	45,9	20,3
28	58	23,9	19,4	32,3	15,5	29,1	39,7	38,5	53,8	19,1	62,7	42
29	54,7	51	32	34,4	22,4	23	58,3	34,8	51,8	5,12	43,2	37,5
30	42,9		45,4	26,1	18,8	34,9	41,8	38,9	55,9	19,8	44,4	33,6
31	17,7		34,5		22,7		50,6	36,2		35,9		42,6



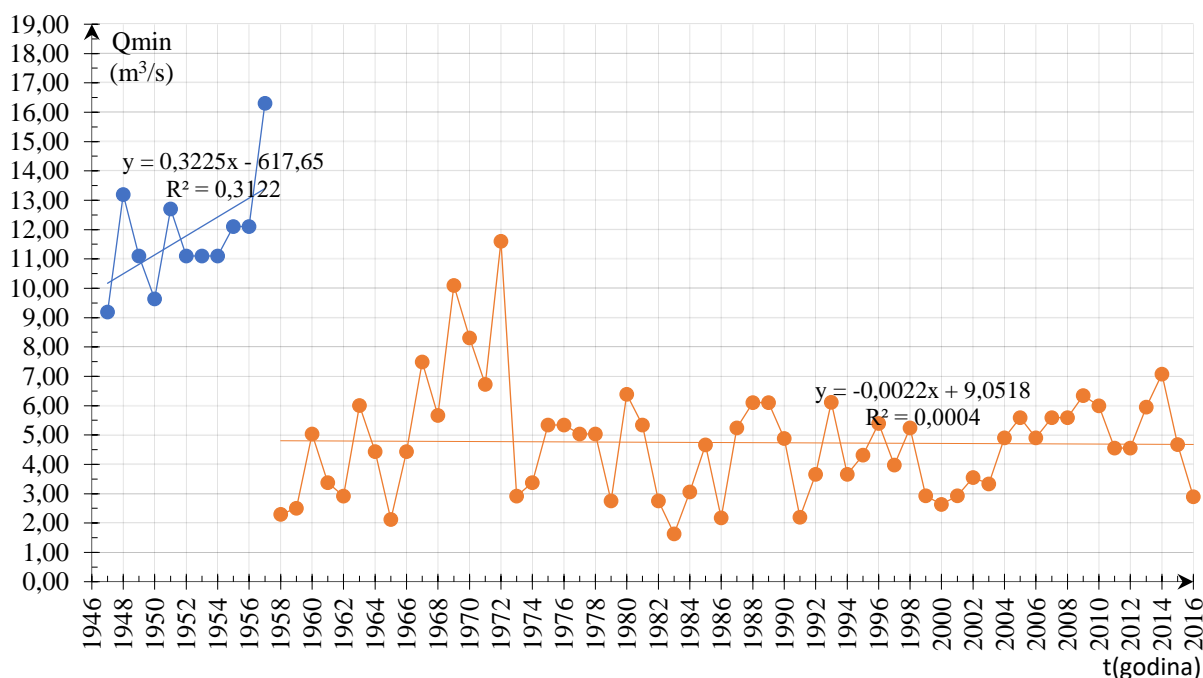
Slika 21. Hidrogram srednjih dnevnih protoka za 2016. godinu

4. REZULTATI ANALIZE

U ovom poglavlju izvršene su analize godišnjih, mjesečnih i dnevnih protoka promatrano za dva podrazdoblja: (1.) 1947.-1957.; (2.) 1958.-2016. Promatrana dva podrazdoblja odnose se na analizu protoka prije i nakon izgradnje brane Peruča.

4.1. Analiza godišnjih protoka na Cetini

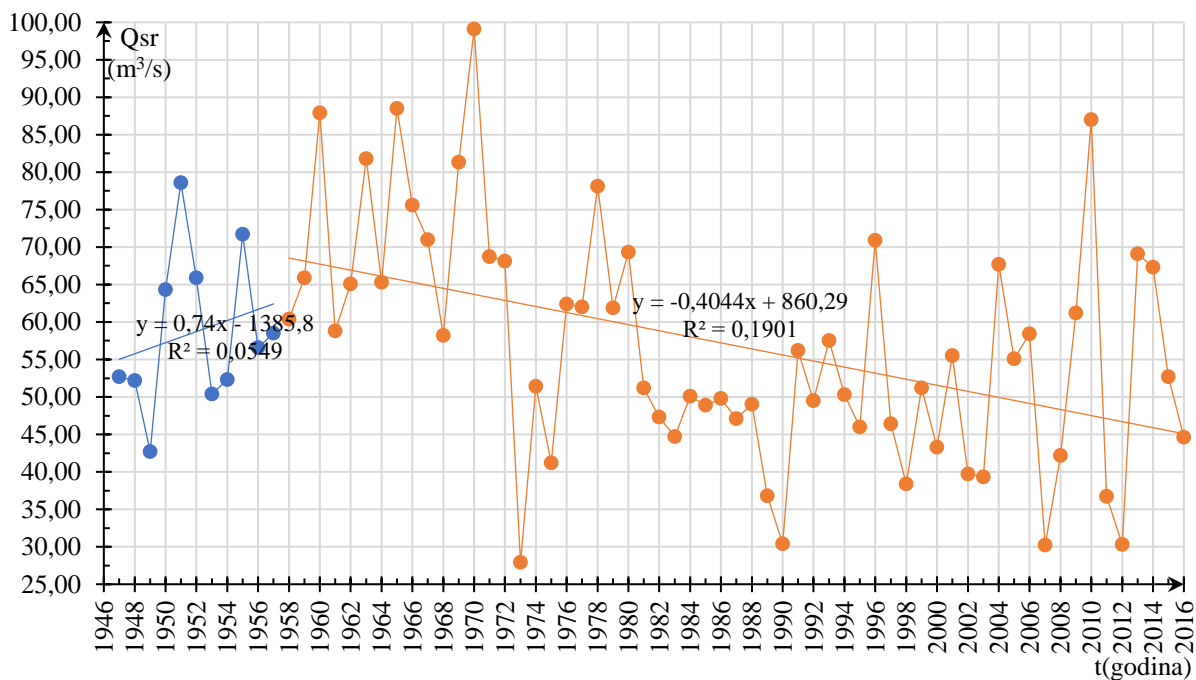
U analizi godišnjih protoka za dva podrazdoblja: (1.) 1947.-1957.; (2.) 1958.-2016., izvršena je usporedba trendova protoka. Na slici 22 prikazani su nizovi minimalnih godišnjih protoka gdje je vidljiva značajna promjena nizova minimalnih godišnjih protoka neposredno nakon izgradnje brane Peruča, a također je i vidljiva promjena trenda protoka prije i nakon izgradnje gdje je u razdoblju prije izgradnje brane vidljiv rastući trend, a nakon izgradnje brane padajući trend nizova minimalnih godišnjih protoka.



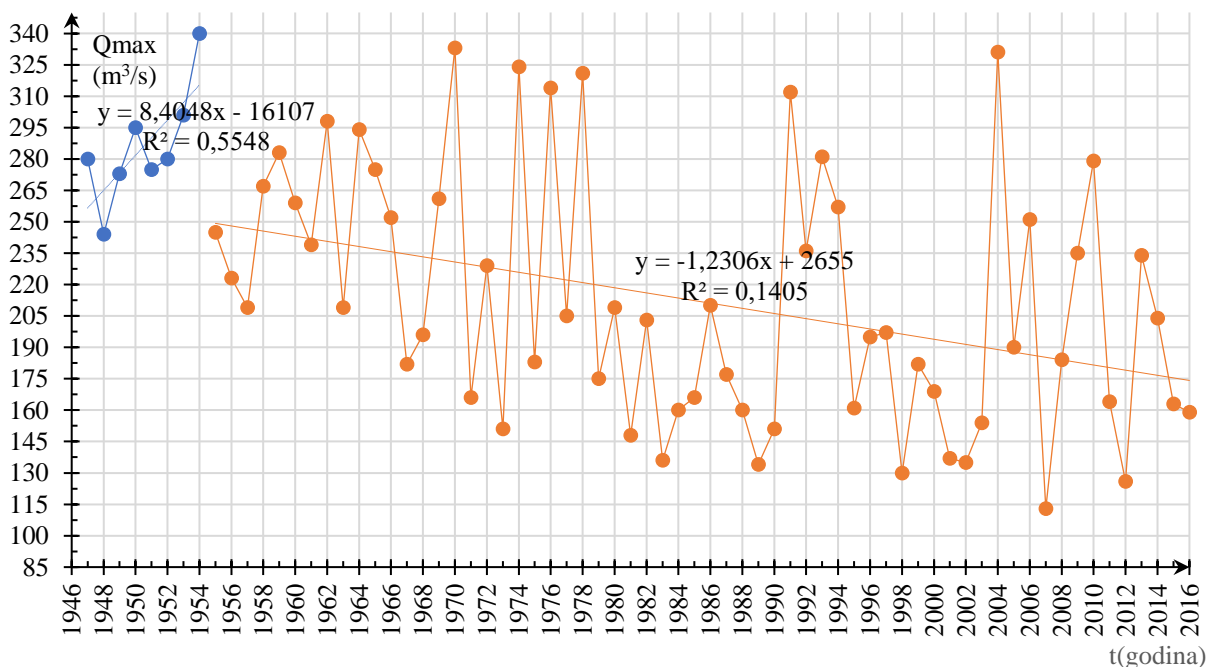
Slika 22. Prikaz nizova minimalnih godišnjih protoka, Q_{\min} , mjerna postaja Han u slijedeća dva podrazdoblja: (1) 1947.-1957.; (2) 1958.-2016.

Izradom nizova srednjih godišnjih protoka prikazanih na slici 23 nije vidljiva nagla promjena srednjih godišnjih protoka, međutim vidljiva je promjena trenda prije i nakon izgradnje.

Na slici 24 prikazan je niz maksimalnih godišnjih protoka gdje se primjećuje da nakon izgradnje brane imamo manje maksimalne protoke što je i normalno zbog akumuliranja vode te njenog kontroliranog ispuštanja.



Slika 23. Prikaz nizova srednjih godišnjih protoka, Q_{sr} , mjerna postaja Han u slijedeća dva podrazdoblja: (1) 1947.-1957.; (2) 1958.-2016.

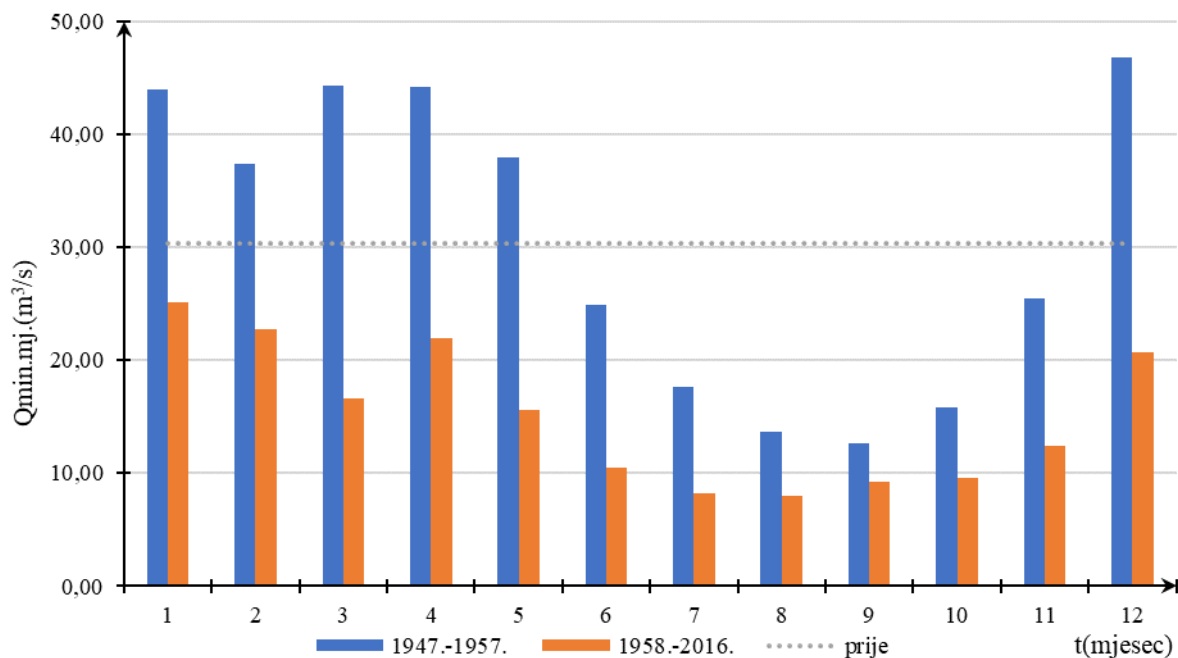


Slika 24. Prikaz nizova maksimalnih godišnjih protoka, Q_{max} , mjerna postaja Han u slijedeća dva podrazdoblja: (1) 1947.-1954.; (2) 1955.-2016.

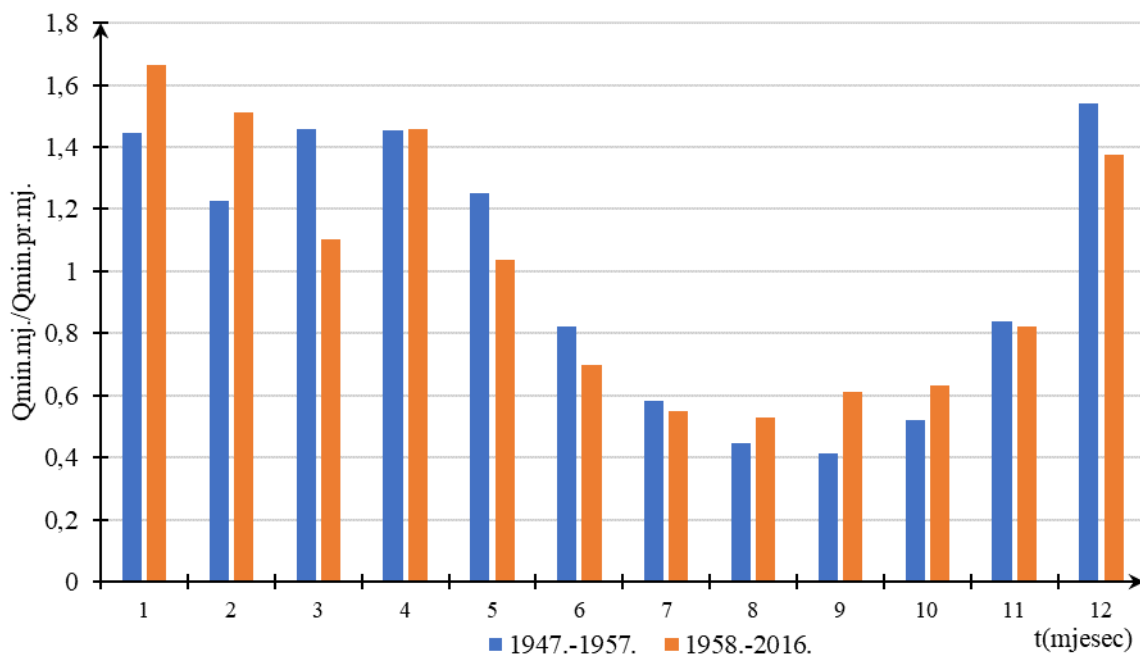
4.2. Analiza mjesečnih protoka na Cetini

U analizi mjesečnih protoka izvršena je analiza minimalnih, srednjih i maksimalnih mjesečnih protoka promatrano u dva podrazdoblja

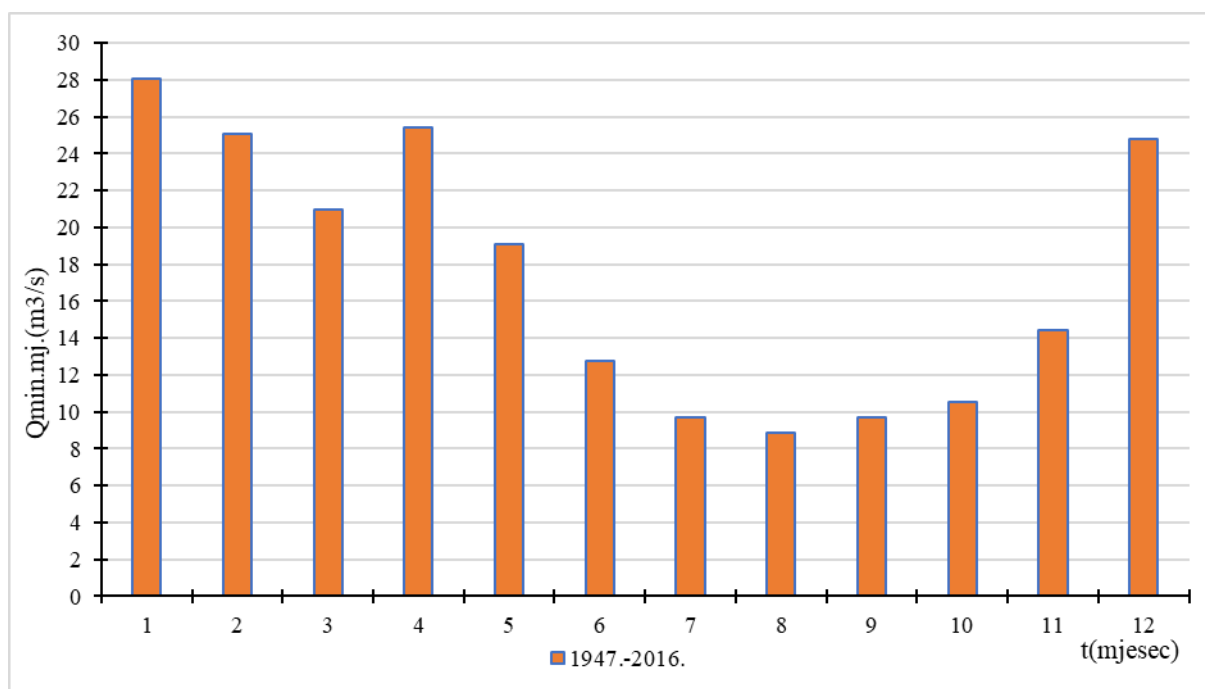
4.2.1. Analiza minimalnih mjesečnih protoka



Slika 25. Prikaz nizova prosječnih minimalnih mjesečnih protoka na mjernoj postaji Han za dva podrazdoblja: (1) 1947.-1957.; (2) 1958.-2016.



Slika 26. Prikaz nizova prosječnih min. mjesečnih protoka na mjernoj postaji Han izraženih u relativnim iznosima ($Q_{min.mj.}/Q_{min.pr.mj.}$) za dva podrazdoblja: (1) 1947.-1957.; (2) 1958.-2016.

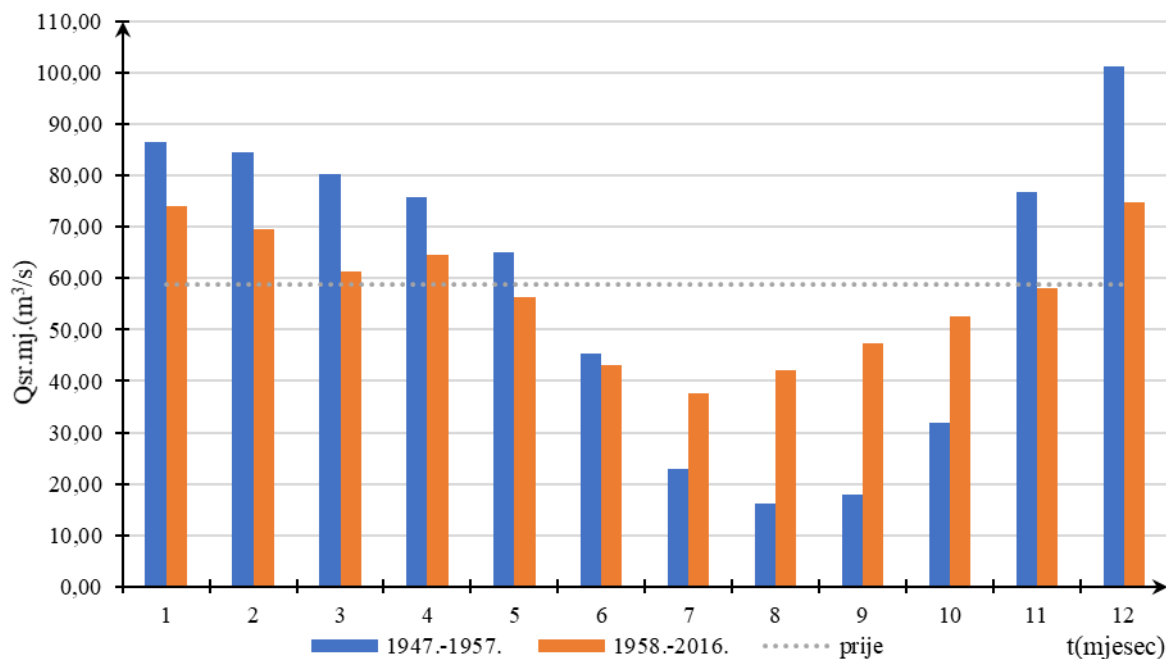


Slika 27. Prikaz nizova prosječnih minimalnih mjesečnih protoka na mjernoj postaji Han za razdoblje od 1947.-2016.

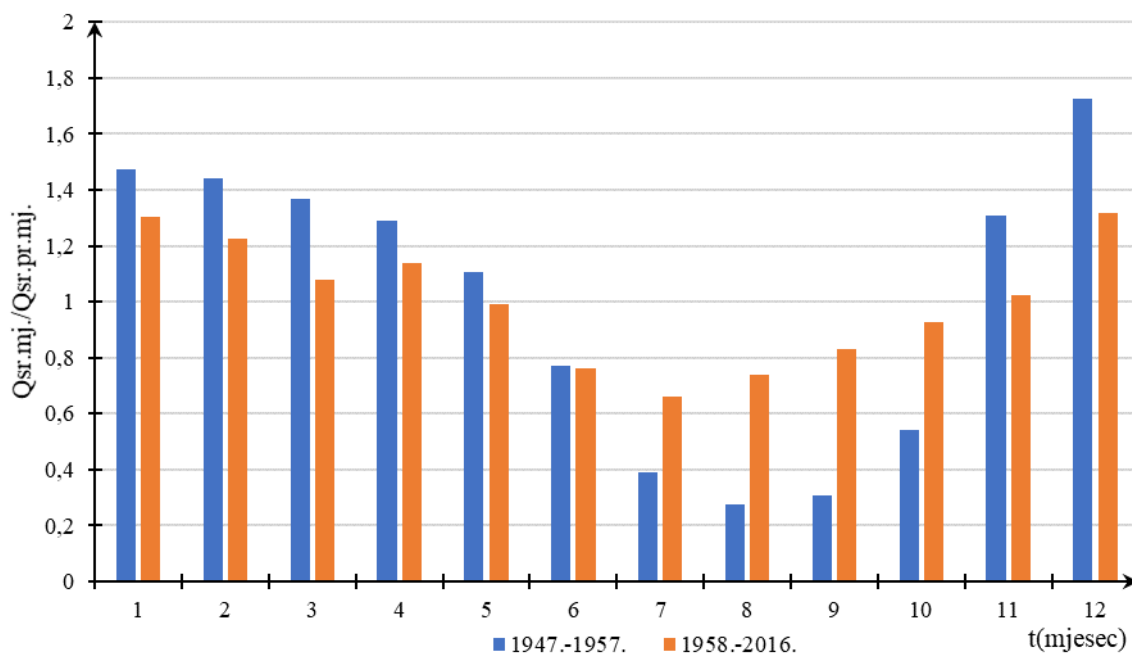
Tablica 9. Prikaz minimalnih mjesečnih protoka

GODINA	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1947	18,3	18,3	87,2	37,6	20,4	15,6	13,2	10,6	9,19	12,1	14,4	43,7
1948	48,1	50	23,5	23,5	27,7	21,9	16,9	13,2	13,8	14,4	26	16,9
1949	18,3	16,9	15	21,1	16,9	21,1	16,9	13,8	11,6	11,1	11,1	73,6
1950	31,5	30,5	33,4	33,4	25,1	17,6	13,2	10,1	9,64	11,1	47,5	95,6
1951	66,8	68,2	104	71,3	68,2	29,6	21,1	15,6	13,2	12,7	15,6	35,5
1952	50	40,1	27,7	52,7	22,7	14,4	13,2	12,7	11,1	41,3	50	121
1953	112	42,5	29,6	41,3	35,5	43,1	24,3	16,3	15	12,1	14,4	11,1
1954	13,2	12,1	26	38,7	77,4	31,5	16,9	12,1	11,1	11,1	12,7	21,1
1955	35,5	66,8	77,4	46,2	24,3	18,3	14,4	12,1	14,4	15,6	35,5	35,5
1956	59,5	29,6	26	69,7	50,7	30,5	23,5	16,9	13,2	12,1	23,5	35,5
1957	29,6	35,5	37,6	50	48,7	30,5	20,4	16,3	16,3	20,4	29,6	25,1
1958	33,4	27,7	50	109	54,7	26,9	19,7	13,2	2,3	2,5	4,15	5,03
1959	70,5	23,5	13,2	10,6	6,36	6,73	3,38	7,1	2,5	3,38	12,1	101
1960	119	90,5	26,9	25,1	16,9	6,01	6,36	5,03	10,6	19,7	27,7	88
1961	78,2	28,6	6,36	5,67	7,49	7,49	6,01	4,43	3,38	5,03	15	27,7
1962	12,1	11,6	31,5	39,8	13,8	7,1	5,67	31,5	24,3	7,9	2,92	32,4
1963	64,6	59,5	32,4	39,8	15,6	13,8	6,36	6,01	25,1	12,7	8,31	19,7
1964	15	9,19	16,3	17,6	7,1	6,73	5,34	4,43	4,72	6,36	28,6	36,5
1965	38,7	22,7	32,4	18,3	28,6	18,3	32,4	9,19	20,4	3,88	2,12	26,9
1966	11,6	11,6	12,1	10,6	14,4	7,49	5,34	4,43	6,73	8,74	37,6	57,4
1967	15	22,7	25,1	30,5	14,4	12,7	9,64	16,9	7,49	14,4	7,49	8,31
1968	8,31	7,49	14,4	10,6	6,73	7,49	5,67	8,31	16,9	47,5	21,9	19,7
1969	26	21,1	41,3	40,1	52,7	16,9	15,6	12,1	25,1	37,6	10,1	12,1
1970	71,3	43,1	35,5	176	42,5	24,3	8,31	14,4	27,7	16,9	14,4	10,1
1971	40,1	28,6	23,5	41,9	24,3	29,6	21,1	22,7	6,73	19,7	12,7	36,5
1972	12,1	19,7	39,8	19,7	36,5	18,9	19,7	21,1	19,7	22,7	11,6	12,1
1973	7,49	8,31	9,19	7,49	4,72	4,72	4,43	2,92	3,38	3,88	4,15	3,38
1974	5,34	6,01	6,01	5,34	4,72	6,01	4,15	3,38	4,72	27,7	37,6	11,1
1975	31,5	6,73	7,49	7,1	6,73	7,1	5,34	5,67	9,19	12,7	7,49	9,19
1976	8,31	11,6	9,19	12,1	25,1	31,5	5,34	6,73	6,73	5,67	16,3	13,2
1977	62,4	47,5	19,7	34,5	7,49	7,1	19,7	5,03	5,34	10,6	9,19	10,1
1978	10,6	12,7	44,3	15	61	26	9,19	7,49	5,34	7,49	5,03	9,64
1979	13,8	24	14,6	17,5	13,1	9,79	11,8	9,39	6,03	2,76	9	16
1980	29,1	12,2	11,4	12,2	22,6	11,8	10,6	6,75	6,39	6,75	9,39	24,7
1981	13,8	11,4	13,1	12,6	10,6	9,79	7,12	5,68	5,34	6,39	7,49	8,62
1982	12,6	32,7	9	11	7,49	8,24	6,75	3,68	2,76	5,34	5,68	11
1983	9,79	7,12	7,49	11,4	7,86	8,24	2,76	3,06	2,47	2,76	4,99	1,63
1984	3,06	7,12	6,03	10,6	17,5	9,79	6,03	6,39	6,75	10,2	9,39	10,6
1985	10,2	10,6	11,4	18,2	24,7	27,6	9,79	10,6	6,03	4,66	4,66	8,24
1986	10,6	12,2	13,1	13,1	11	10,2	8,24	7,49	8,62	6,75	2,18	6,03
1987	5,24	9,04	9,04	11,3	10,7	7,02	18	18,7	16,5	18	18,7	21,9
1988	21,9	28,8	13,8	12,5	11,3	7,5	6,55	6,1	6,55	6,55	7,02	8
1989	9,04	7,02	9,04	10,1	6,55	7,5	6,1	7,5	7,5	9,04	8	6,1
1990	5,31	4,88	4,88	12,7	10,1	7,22	5,75	6,71	6,22	5,75	10,1	12
1991	10,1	9,45	11,3	11,3	26,1	14,1	10,7	11,3	2,2	2,2	6,9	10,8
1992	18,1	9,01	20,4	26,6	3,66	5,37	16,4	3,66	9,01	15,4	58,8	44,3
1993	19,8	118	13,3	14,3	24,7	11,8	10,4	6,12	6,9	9,01	46,8	57
1994	62,2	21,6	8,14	29,7	10,4	6,51	5,01	3,66	5,01	6,12	10,4	8,14
1995	5,74	9,9	15,9	15,4	15,4	11,8	5,74	4,32	5,01	5,37	9,9	10,4
1996	46,8	38,5	9,38	13,1	15,8	7,78	5,39	24,9	34,5	11,6	42,6	41
1997	63,1	59,6	7,78	7,78	10,2	5,7	5,7	6,02	3,98	4,24	4,24	17,5
1998	16,1	8,76	8,76	5,54	9,59	7,23	5,24	7,59	5,86	8,76	8,36	10
1999	8,12	13,2	13,2	15,3	37,3	8,12	5,32	5,69	5,47	2,93	31,9	9,88
2000	43	33,9	10,8	10,8	6,47	3,9	3,56	2,93	2,63	2,93	2,63	12,7
2001	46	12,2	22,5	14,7	6,08	4,59	4,24	4,24	3,56	2,93	4,24	6,47
2002	5,48	10,5	6,04	5,48	7,93	3,99	3,77	3,55	5,48	7,59	8,27	10,5
2003	26,5	35,6	5,59	5,95	3,93	3,33	3,33	4,56	4,9	4,9	6,32	11,8
2004	14,7	9,55	30,9	61,7	9,99	7,87	5,95	4,9	27,3	20,5	5,95	20
2005	55,1	7,47	12,7	21,6	11,8	7,08	6,32	5,59	7,08	9,55	9,99	19,5
2006	14,7	11,8	18,4	24,4	18,9	8,7	7,08	7,47	8,7	5,95	4,9	8,28
2007	7,08	9,99	13,7	9,55	9,12	7,08	6,32	6,32	6,32	5,59	8,28	7,87
2008	7,08	5,59	6,32	17,3	10,4	10,4	7,08	6,32	5,95	6,32	7,87	47,9
2009	17,7	64,2	12,8	16	10,4	10,4	7,85	7,07	6,34	7,45	7,85	7,08
2010	44,2	34,5	26,1	65,8	16	12,8	9,51	7,45	5,99	6,7	7,85	124
2011	11,8	8,7	8,28	8,28	6,69	7,08	6,32	5,95	6,32	4,56	6,32	6,32
2012	6,69	6,32	7,08	6,32	9,12	6,69	5,59	5,24	4,9	4,56	6,91	14,6
2013	17,3	34,2	33,6	32,9	10,4	9,12	6,32	5,95	30,9	6,56	6,56	7,27
2014	11,3	60,4	11,8	8,7	9,99	7,87	7,87	7,08	9,99	9,99	8,75	15,9
2015	11,5	15,7	15,1	10,1	9,16	6,18	5,04	4,67	4,67	5,04	11	5,79
2016	4,08	7,58	11,7	6,28	6,28	5,49	3,17	3,76	2,9	4,41	4,75	3,46

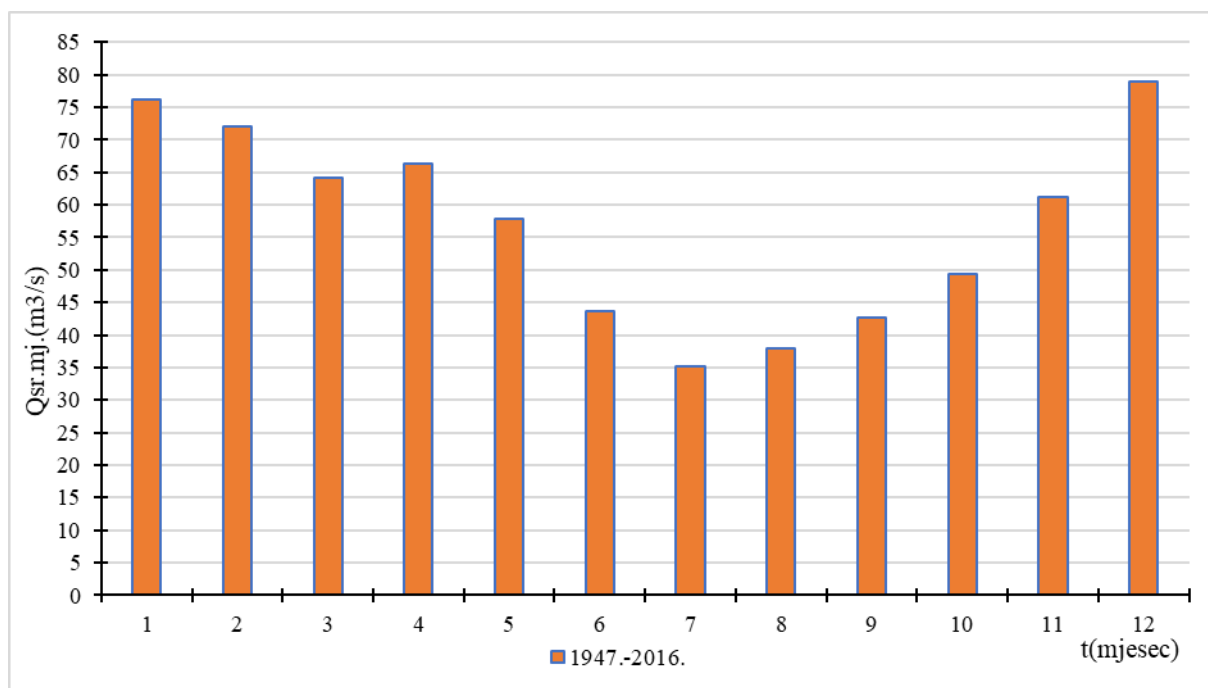
4.2.2. Analiza srednjih mjesečnih protoka



Slika 28. . Prikaz nizova prosječnih srednjih mjesečnih protoka na mjernoj postaji Han za dva podrazdoblja: (1) 1947.-1957.; (2) 1958.-2016.



Slika 29. Prikaz nizova prosječnih srednjih. mjesečnih protoka na mjernoj postaji Han izraženih u relativnim iznosima ($Q_{sr.mj.}/Q_{sr.pr.mj.}$) za dva podrazdoblja: (1) 1947.-1957.; (2) 1958.-2016.

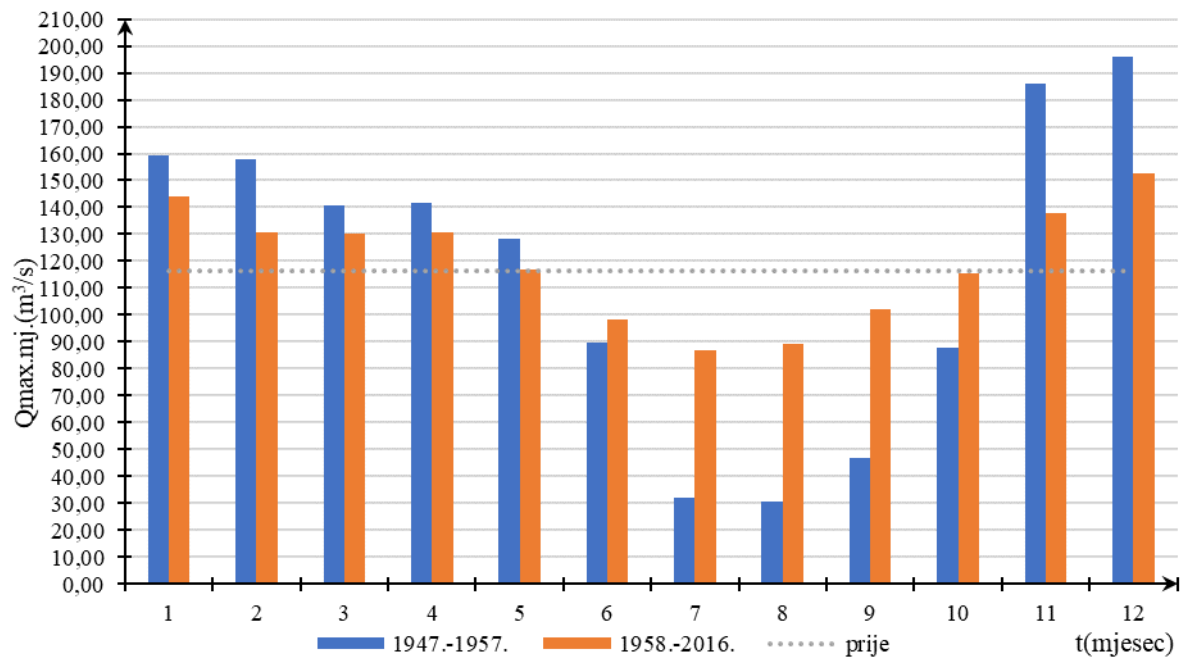


Slika 30. Prikaz nizova prosječnih srednjih mjesečnih protoka na mjernoj postaji Han za razdoblje od 1947.-2016.

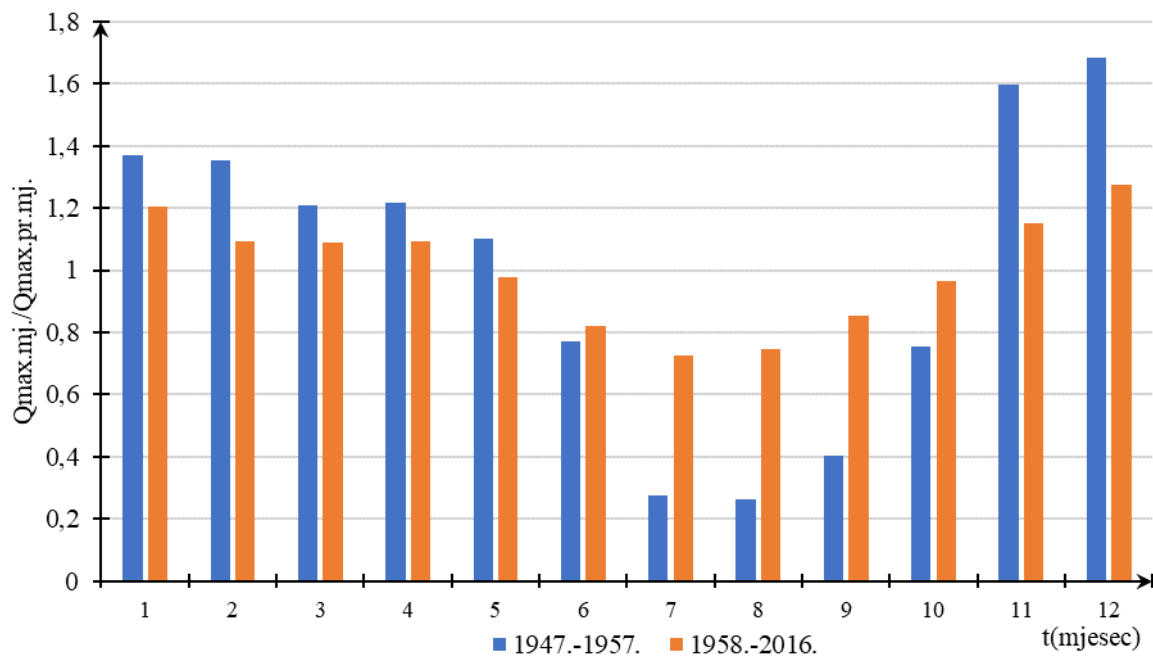
Tablica 10. Prikaz srednjih mjesečnih protoka

GODINA	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1947	23,3	145	147	74	25	18,6	14,5	11,8	10,1	18,3	29,2	115
1948	147	97	41,3	81,2	39,8	34,1	21	14,9	43,9	26,6	60,1	20,1
1949	35,6	18,5	21,4	23,6	50,4	31,6	21,5	15	12,1	11,5	108	163
1950	52,2	78,3	59,4	82,2	60,5	21,1	15,7	11,9	11,3	36,9	125	218
1951	137	128	158	112	110	50,4	24	18,7	14,5	15,7	95,5	79,7
1952	86	87,6	42	69,6	34,2	18,9	14,4	13,8	21,3	73,6	129	201
1953	165	68,3	35,4	54,6	55,5	102	36,4	18,9	16,3	16,6	19,7	15,7
1954	16,7	23,8	119	65,3	138	65,7	21,2	13,8	12,2	14,5	33,4	104
1955	123	139	155	67,7	37,1	21,1	17,8	16,5	19,1	72,9	101	90,8
1956	112	38,4	55,6	101	91,6	61,4	39,9	19,2	15,7	15,3	71,1	58
1957	55,2	107	48,4	103	73,2	74,6	25,6	24,6	21,2	48,3	71,9	48,9
1958	58,7	50,5	85,8	170	102	39,2	24,1	17	9,85	13,6	36,2	118
1959	143	46	47,3	29,1	16,3	47,3	55,2	65,4	29,1	31,8	98,2	182
1960	153	179	116	41,7	43,4	24,9	13,1	54	66,6	63,7	120	179
1961	159	100	40,7	29,9	19,3	17,6	45,8	69,1	57,3	36,2	63,5	66,9
1962	36,3	61,5	76,4	151	65,9	38,6	36,3	66	54,6	47,8	82,4	64,3
1963	134	122	73,4	93,6	60,2	67,3	51,7	58,7	105	99,2	30,3	85,3
1964	67,2	64,2	66,5	63,2	71,1	54,7	25,9	37,1	56,1	58,1	62,2	158
1965	155	99,8	119	80,8	76,1	92	77,3	86,6	111	53,4	41,4	69
1966	62,3	68,6	78,2	55,6	70,1	51,3	44,4	53,6	76,5	70,9	105	170
1967	81,4	59,6	78,6	78	84,5	67,2	47,5	80,1	62	99	47,3	67,3
1968	58	55,5	60,9	42,7	35	23,7	38,7	55,7	77,3	105	75,6	70,5
1969	63,1	88,5	131	114	108	63,2	58,9	74,9	86,7	94,6	46,4	45,8
1970	118	130	132	233	128	62,2	43,8	48	81,2	82,4	61,1	69,7
1971	88	57,2	66,9	88,8	68,1	52,2	51,9	66,1	70,3	67,7	58,4	89,1
1972	75,5	66,6	74,4	92,8	85,5	49,9	49,7	52,5	61,2	77,7	67,6	63,9
1973	35,5	26,6	39,9	28,2	21,3	16,3	21,3	34,6	20,9	22,6	31,3	36,4
1974	18,7	17,8	18,8	33,3	20,1	35,3	40,3	33	53,5	198	89,2	59,1
1975	65,3	35,9	31,6	16,9	21,8	31,8	20,4	36,3	56,4	59,9	61,3	56,4
1976	34,7	44,3	45,6	41,4	61,3	64,9	64,1	57,1	36,2	26,1	92,3	180
1977	116	118	63,1	81,6	46,7	50,8	56,7	30,2	35,3	64,5	40,6	40,4
1978	46,5	81,5	126	92,4	190	87,2	73,3	74,9	40,6	50,7	41,5	32,9
1979	53	82,2	63,8	82,7	62,3	45,6	52	62,6	61	33,9	67,2	76,9
1980	84,3	87,2	33,2	71	110	72,1	63	37,9	33,6	67,7	88,8	83,4
1981	84,6	55	44,2	46,8	45,2	50,6	60,3	41,7	29,4	44,2	41,4	71,4
1982	75,3	80,6	42,8	23,5	27,1	41,9	76,7	37,2	20,3	21,3	49,2	71,8
1983	70,4	82,6	60,8	36,3	27,3	84,6	37,6	35,6	47,2	20,6	20,7	12,6
1984	27,3	28,6	37,6	25,4	96,7	64,9	18,3	38,8	62,8	87,3	67,4	45,7
1985	44,8	75,8	45,6	65,8	102	98,5	81,9	14,8	11,1	5,56	23	18,6
1986	31,3	79,6	65,3	82,2	61,5	53,8	17,4	38,9	64,6	81,6	12,3	8,79
1987	35	68,7	67	71,9	51,4	35,6	29,4	21,9	34,8	38,5	60,7	49,8
1988	39,1	52,2	57,6	89,3	59,6	59,7	14	22,9	51,5	29,8	62,6	49,6
1989	57,6	41,9	22,3	24	18,8	49,2	36,3	27,1	39,4	46,2	43,1	35,9
1990	19,6	21,2	22	32,4	23,2	32,3	31,7	12,7	30,9	24,9	26,7	86,7
1991	61	32	40,2	70,9	84,2	53,9	29,2	50,4	29,3	13,8	147	62,1
1992	37,1	20,3	47,1	87,5	32,6	25,4	20,6	25	21,4	72,7	117	87,4
1993	41	153	46,4	27,2	26,5	33,2	21,7	12,9	12,8	52,5	105	157
1994	124	75,9	68,3	77,2	68,7	34,1	28,1	34,4	20,2	22	33,7	17,3
1995	21,1	21,1	60,7	39,6	60,2	50,7	33,2	19,8	55,5	76,8	50,1	63,5
1996	142	94,4	50	65,9	62,4	30,9	24,1	37	75,1	86	87	96,1
1997	135	101	46,7	13,7	15,2	11,5	31,3	33,5	31,7	37,5	43	57
1998	73,4	42,7	35,3	31,2	34,3	24	7,63	39,4	23	46,6	45,3	58,5
1999	41,1	54,3	53,4	71	75,9	28,6	17,9	35,7	53,9	52,1	57,7	72,5
2000	95,1	55,7	35,4	42,6	34,2	20,5	20,8	23,2	32	18,5	51,3	90,7
2001	95,5	77,5	81,1	77	35,9	21,4	22,3	48,4	58,9	34,9	42,9	70,7
2002	45,1	37,6	31,8	34,2	28,8	31,5	37	37,8	31,8	44,9	52,2	63,5
2003	90,4	93,8	33,6	13,9	22	40,9	44,7	36,2	18,5	23,7	29,7	23,9
2004	49,4	51	119	187	91	30,5	28,4	14	48,6	52,1	49,5	91,7
2005	104	64,7	49,6	43,2	61,9	26,5	29,8	40,5	58,6	46,1	55,2	82,2
2006	138	55,5	60,1	83,3	91,8	24,5	35,6	30,8	44,4	58,5	46,3	31,1
2007	23,7	30,2	28,6	33,8	37,6	29,3	28,8	25,7	24,8	29,5	28,8	42,1
2008	38,7	34,7	30,8	32,4	28,8	41,8	34,2	39,9	44,8	33	40,5	107
2009	113	135	66,8	61,4	49,4	20,8	44,2	49,9	34,8	50,5	47,3	62,2
2010	140	104	101	109	76,5	46,5	33	49	38,3	51,3	76,7	218
2011	84	42,7	37,4	22,1	24,5	33,9	32,8	37,5	40,8	31,7	24,8	28
2012	26,4	42,8	18,1	25,9	14	23,5	22	31,9	24,6	27,2	52,8	54,3
2013	88,9	88,6	115	148	53,5	52,6	24,7	50,7	61,9	53,7	50,8	40,5
2014	70	113	71,9	39,7	56	21,7	37,6	44,1	89,3	75,2	63,7	125
2015	62,1	94,5	70	34,8	42,6	36,8	47,7	40,5	35,8	53,9	67,3	45,9
2016	43,4	61,2	80	25,9	39,9	27,8	18,5	49,5	46,8	39,6	52,6	49,7

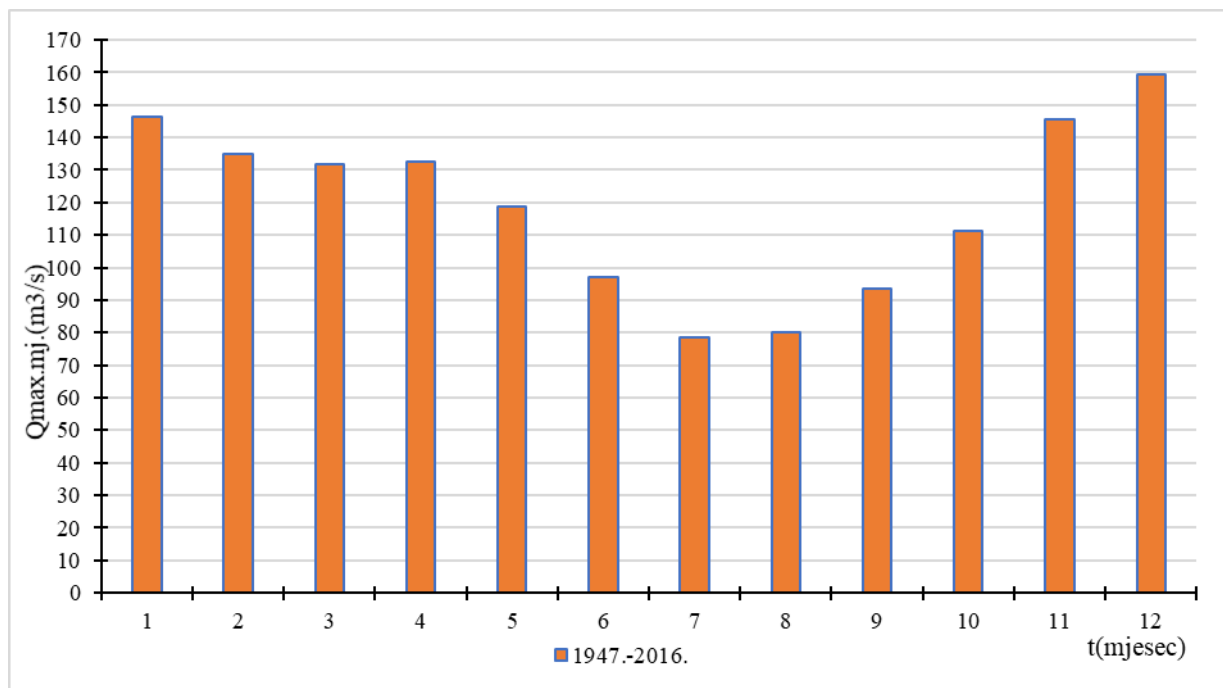
4.2.3. Analiza maksimalnih mjesečnih protoka



Slika 31. Prikaz nizova prosječnih maksimalnih mjesečnih protoka na mjernoj postaji Han za dva podrazdoblja: (1) 1947.-1957.; (2) 1958.-2016.



Slika 32. Prikaz nizova prosječnih max.. mjesečnih protoka na mjernoj postaji Han izraženih u relativnim iznosima ($Q_{max.mj.}/Q_{max.pr.mj.}$) za dva podrazdoblja: (1) 1947.-1957.; (2) 1958.-2016.



Slika 33. Prikaz nizova prosječnih maksimalnih mjesečnih protoka na mjernoj postaji Han za razdoblje od 1947.-2016.

Tablica 11. Prikaz maksimalnih mjesečnih protoka

GODINA	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1947	35,5	228	205	139	35,5	35,5	16,9	14,4	11,6	50	114	280
1948	244	171	69,7	223	55,4	85,5	31,5	16,9	235	72,8	141	26
1949	83,1	21,9	32,4	30,5	208	71,3	33,4	16,9	14,4	13,2	273	248
1950	101	147	153	182	164	32,4	17,6	13,2	17,6	194	275	295
1951	205	275	243	203	184	95,6	34,5	24,3	15,6	19,7	210	160
1952	164	223	106	110	56,8	22,7	16,9	15,6	87,2	131	261	280
1953	301	114	44,3	74,3	75,9	164	50	24,3	18,3	51,4	37,6	33,4
1954	29,6	56,8	243	123	220	125	31,5	16,9	14,4	16,9	99,1	340
1955	233	231	245	121	46,2	24,3	21,1	26,9	39,8	228	213	196
1956	223	58,8	123	153	208	140	68,2	23,5	16,9	42,5	215	160
1957	133	209	85,5	199	158	192	33,4	143	44,9	147	205	138
1958	114	180	197	267	124	56,1	34,5	20,4	18,3	105	148	263
1959	210	81,4	90,5	75,9	78,2	82,2	83,1	74,3	70,5	137	197	283
1960	194	238	205	104	63,1	85,5	21,1	69,7	88	119	204	259
1961	239	126	117	63,1	72,8	54	82,2	119	99,1	114	135	132
1962	71,3	124	151	298	122	100	92,2	94,8	89,7	70,5	194	125
1963	199	209	132	131	117	125	110	126	143	140	80,6	179
1964	151	119	122	101	114	120	107	80,6	119	166	169	294
1965	275	165	205	142	131	259	114	139	163	140	113	141
1966	149	125	132	111	157	110	104	115	123	149	252	248
1967	131	140	125	145	182	133	104	133	143	143	176	161
1968	132	141	125	117	105	105	109	115	138	135	162	196
1969	151	169	261	203	153	145	110	131	151	133	106	106
1970	210	233	238	333	196	125	90,5	104	135	129	104	187
1971	164	135	166	152	129	110	73,6	120	134	129	146	148
1972	229	130	137	216	149	121	104	124	131	130	121	131
1973	93,9	95,6	104	75,9	68,2	72,8	75,9	110	104	90,5	83,9	151
1974	83,9	66,8	82,2	92,2	83,9	90,5	93	93,9	131	324	173	112
1975	106	82,2	88,8	77,4	56,8	79	62,4	101	113	139	183	122
1976	95,6	93,9	88,8	85,5	99,1	106	120	126	129	124	210	314
1977	205	191	111	151	93	94,8	119	66	91,3	125	111	116
1978	143	167	233	172	321	163	112	131	125	69,7	100	91,3
1979	110	155	142	141	123	86,3	103	114	103	125	149	175
1980	129	171	103	127	209	150	106	109	61,2	138	149	137
1981	118	119	123	86	65,7	109	118	67,2	114	128	122	148
1982	122	114	99,2	85,2	103	106	125	114	110	70,2	109	203
1983	125	136	120	93,4	74,1	117	115	112	111	95	91,7	83,6
1984	86,8	122	80,4	71	156	128	52,4	105	120	160	129	117
1985	86	133	111	155	166	129	125	21,8	23,3	11	107	86,8
1986	134	165	120	210	112	107	100	76,4	117	125	70,2	27,6
1987	150	152	123	127	122	108	86,1	55,4	114	72	177	102
1988	76,1	91,1	124	160	121	119	84,4	59,5	110	62	123	109
1989	131	118	104	133	116	121	123	87,8	106	134	106	119
1990	77,9	59,6	60,5	100	117	64,6	100	43,3	85,5	71,2	102	151
1991	118	68,7	109	143	152	124	92,3	120	115	136	312	243
1992	94	33,7	170	194	147	140	25,4	148	51,9	129	236	161
1993	188	183	136	43,5	28,2	45,1	43,5	24,1	36,9	150	191	281
1994	257	125	105	169	111	57	101	91,2	46	53,6	93	32,1
1995	73,8	71,1	127	85,6	145	157	106	62,2	128	123	112	161
1996	195	135	107	126	112	58,8	26,4	40,2	193	131	132	131
1997	197	123	127	49,3	75,6	46	80,1	61,4	63,1	120	191	125
1998	130	98,4	53,2	64	102	62,3	54,8	93,6	61,5	105	86,2	113
1999	95,7	123	102	129	112	94,8	92	76,8	107	117	121	182
2000	118	108	63,2	105	90,2	49	86,6	55,2	115	90,2	169	141
2001	136	122	119	137	93,9	89,3	90,2	99,3	121	116	123	128
2002	110	130	73	107	65,9	101	111	126	104	115	119	135
2003	154	127	113	61,3	102	106	114	109	55,4	69,1	126	68,2
2004	84,4	112	243	331	212	48,7	47,9	48,7	51	69,3	72,8	192
2005	190	118	118	121	118	51,8	51	77,2	121	119	144	165
2006	251	126	126	141	151	65,9	65,9	72,8	84,4	66,7	62,5	64,2
2007	53,4	71,9	94,7	74,6	73,7	65,9	60,8	59,2	87,2	102	77,2	113
2008	114	55,9	103	81,7	63,3	77,2	62,5	62,5	79	70,2	117	184
2009	227	235	143	135	121	65,8	69,1	65	73,3	133	81,9	128
2010	217	166	179	178	156	123	69,1	67,4	71,6	128	244	279
2011	164	127	123	61,3	62,1	64,7	109	91,5	115	61,3	53,7	71,7
2012	63	111	57,9	62,1	62,1	63,9	63	65,6	64,7	104	126	125
2013	147	149	191	234	137	153	64,7	67,3	120	138	143	92
2014	153	159	161	118	129	64,7	101	95,2	172	140	133	204
2015	126	156	146	104	71,3	67,6	119	122	108	163	148	136
2016	153	130	159	67,1	98,4	70,8	67,1	105	66,2	68,9	117	127

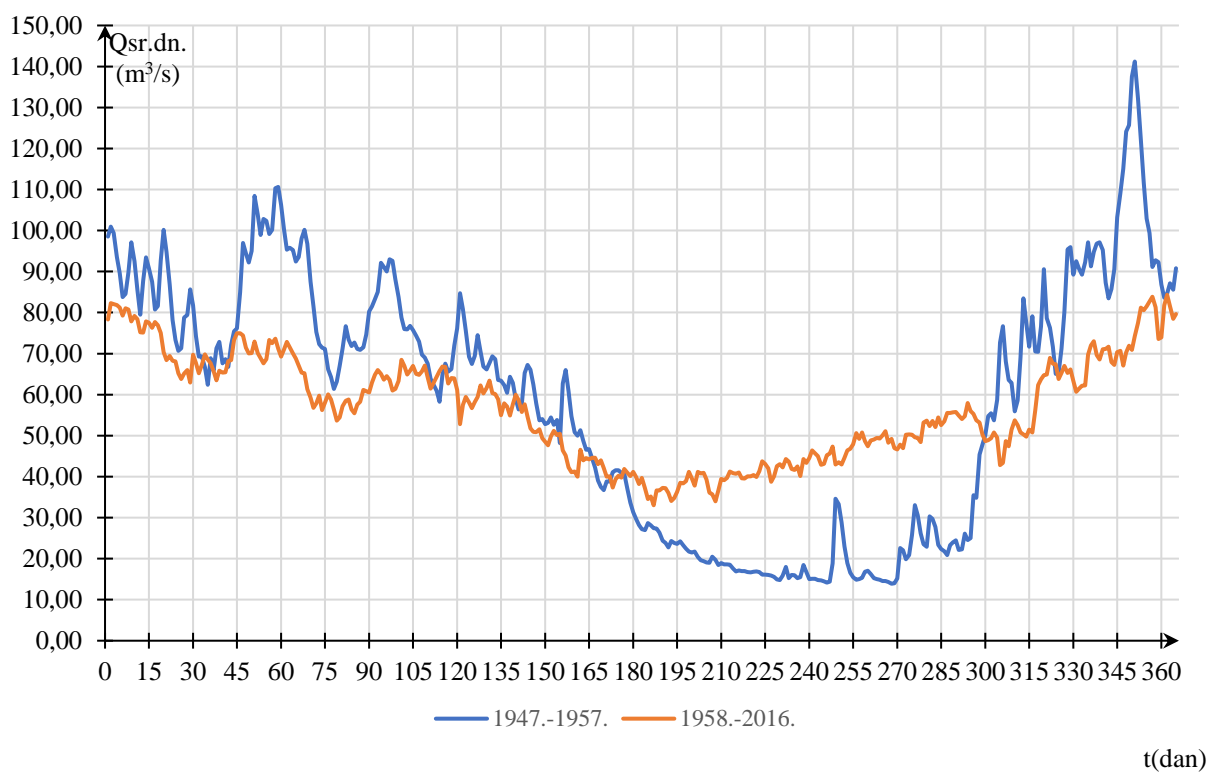
4.3. Analiza srednjih dnevnih protoka na Cetini

U ovom poglavlju izvršena je analiza promjena srednjih dnevnih protoka, $Q_{sr,dn.}$, s mjerne postaje Han korištenjem dana kao vremenske jedinice obrade.

Na slici 34 nalazi se prikaz nizova prosječnih srednjih dnevnih protoka $Q_{sr,dn.}$, s mjerne postaje Han izraženih u m^3/s u sljedeća dva podrazdoblja: (1) 1947.-1957.; (2) 1958.-2016. Kao što je vidljivo kod mjesečnih i godišnjih protoka, tako je i ovdje moguće uočiti da u drugom podrazdoblju nakon izgradnje brane imamo ujednačenije vrijednosti protoka.

Gledajući prosjek na razini godine za dva podrazdoblja, on za prvo podrazdoblje od 1947.-1957. g. iznosi $58,57 m^3/s$, a za drugo podrazdoblje od 1958.-2016. g. iznosi $56,75 m^3/s$ što u globalu nije značajna razlika, ali gledajući na dnevnoj bazi u drugom podrazdoblju imamo znatno veće protoke u ljetnom periodu.

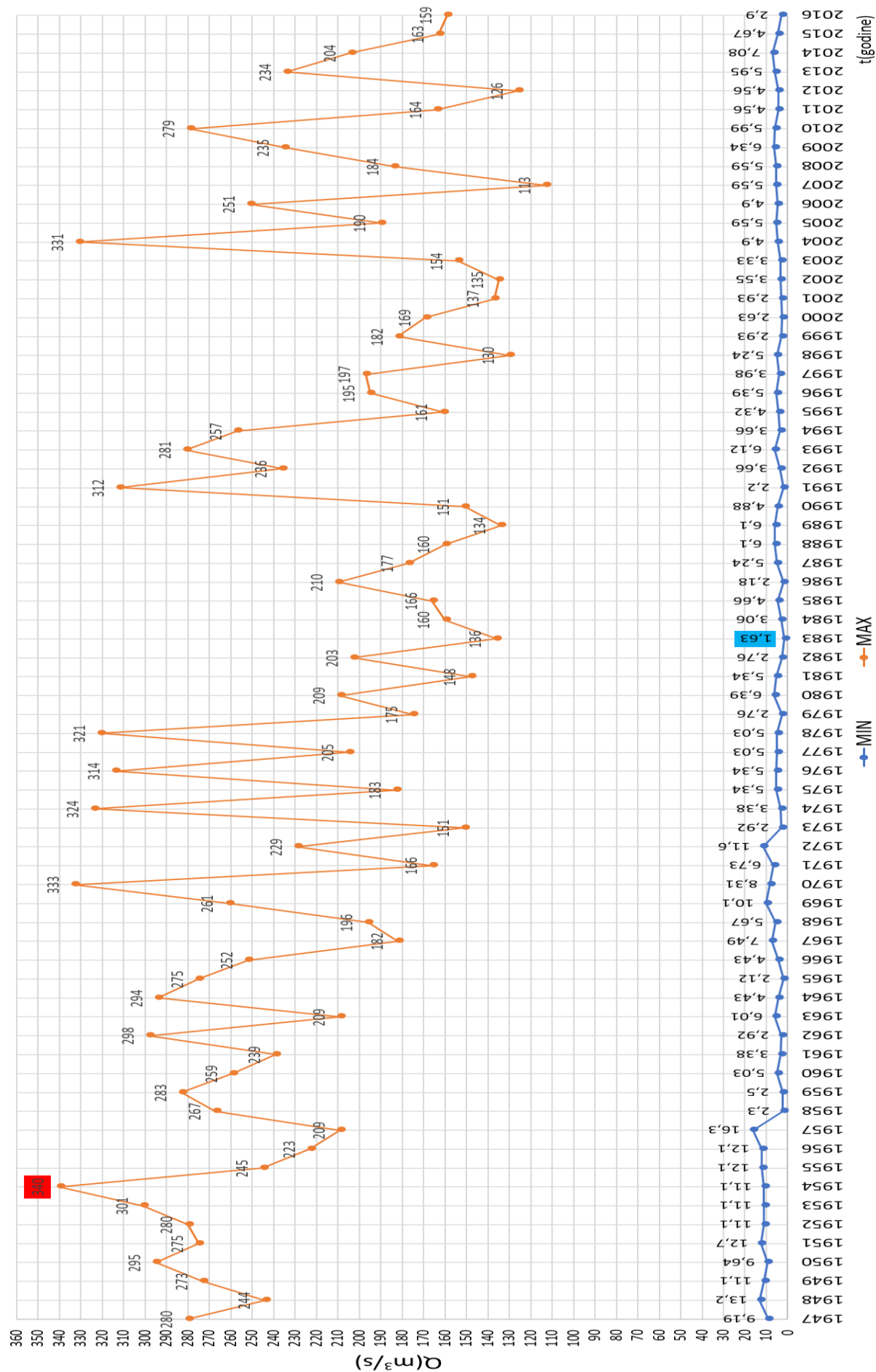
U tablici 12 prikazani su minimalni i maksimalni dnevni protoci od 1947. do 2016. godine, a na slici 34 je njihov grafički prikaz.



Slika 34. Prikaz nizova prosječnih srednjih dnevnih protoka, $Q_{sr,dn.}$, mjerne postaje Han izraženih u m^3/s u sljedeća dva podrazdoblja: (1) 1947.-1957.; (2) 1958.-2016.

Tablica 12. Prikaz minimalnih i maksimalnih godišnjih protoka

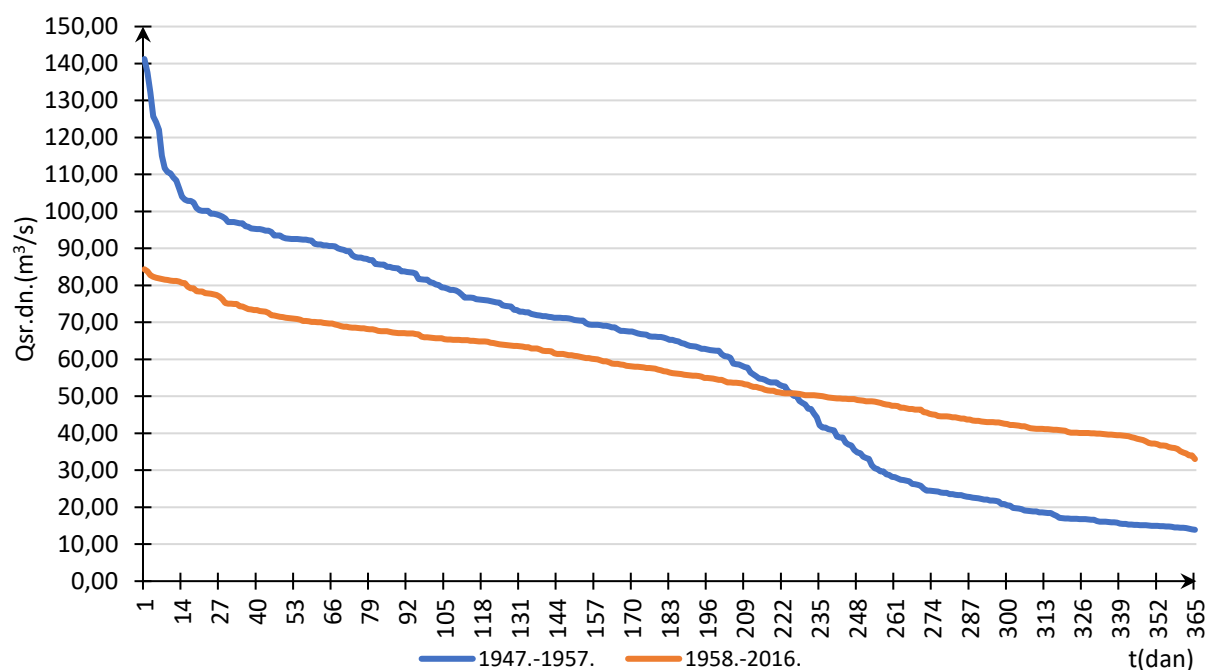
Godina	MIN (m ³ /s)	MAX (m ³ /s)
1947	9,19	280
1948	13,2	244
1949	11,1	273
1950	9,64	295
1951	12,7	275
1952	11,1	280
1953	11,1	301
1954	11,1	340
1955	12,1	245
1956	12,1	223
1957	16,3	209
1958	2,3	267
1959	2,5	283
1960	5,03	259
1961	3,38	239
1962	2,92	298
1963	6,01	209
1964	4,43	294
1965	2,12	275
1966	4,43	252
1967	7,49	182
1968	5,67	196
1969	10,1	261
1970	8,31	333
1971	6,73	166
1972	11,6	229
1973	2,92	151
1974	3,38	324
1975	5,34	183
1976	5,34	314
1977	5,03	205
1978	5,03	321
1979	2,76	175
1980	6,39	209
1981	5,34	148
1982	2,76	203
1983	1,63	136
1984	3,06	160
1985	4,66	166
1986	2,18	210
1987	5,24	177
1988	6,1	160
1989	6,1	134
1990	4,88	151
1991	2,2	312
1992	3,66	236
1993	6,12	281
1994	3,66	257
1995	4,32	161
1996	5,39	195
1997	3,98	197
1998	5,24	130
1999	2,93	182
2000	2,63	169
2001	2,93	137
2002	3,55	135
2003	3,33	154
2004	4,9	331
2005	5,59	190
2006	4,9	251
2007	5,59	113
2008	5,59	184
2009	6,34	235
2010	5,99	279
2011	4,56	164
2012	4,56	126
2013	5,95	234
2014	7,08	204
2015	4,67	163
2016	2,9	159



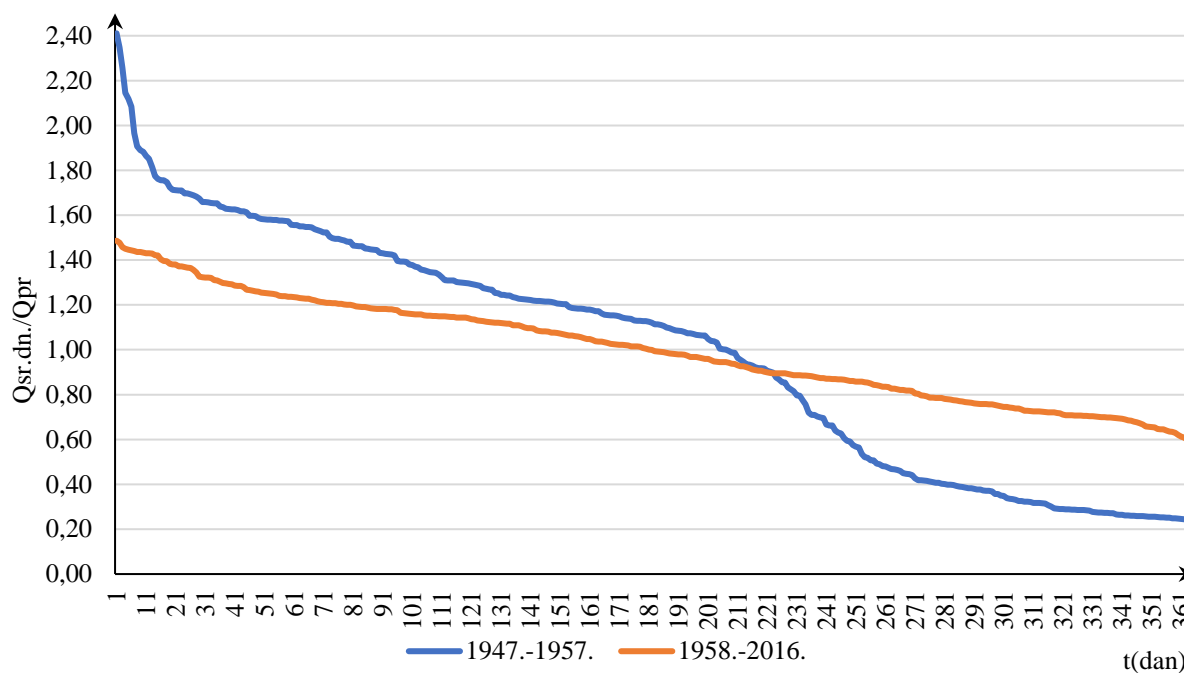
Slika 35. Prikaz minimalnih i maksimalnih godišnjih protoka za razdoblje od 1947.-2016.

4.4. Krivulja trajanja

Na slici 36 ucrtane su srednje krivulje trajanja srednjih dnevnih protoka, $Q_{sr.dn.}$, s mjerne postaje Han izražene u m^3/s za sljedeća dva podrazdoblja: (1) 1947.-1957.; (2) 1958.-2016., a na slici 37 ucrtane su srednje krivulje trajanja srednjih dnevnih protoka, ali sada izražene u relativnim iznosima, $(Q_{sr.dn.}/Q_{pr.})$. Prikaz na slici 36 potvrđuje zaključak iz prethodnih poglavlja gdje je u drugom podrazdoblju od 1958.-2016. g. vidljiv utjecaj brane Peruča što potvrđuje prilično konstantan nagib krivulje i manje razlike između minimalnog i maksimalno protoka.



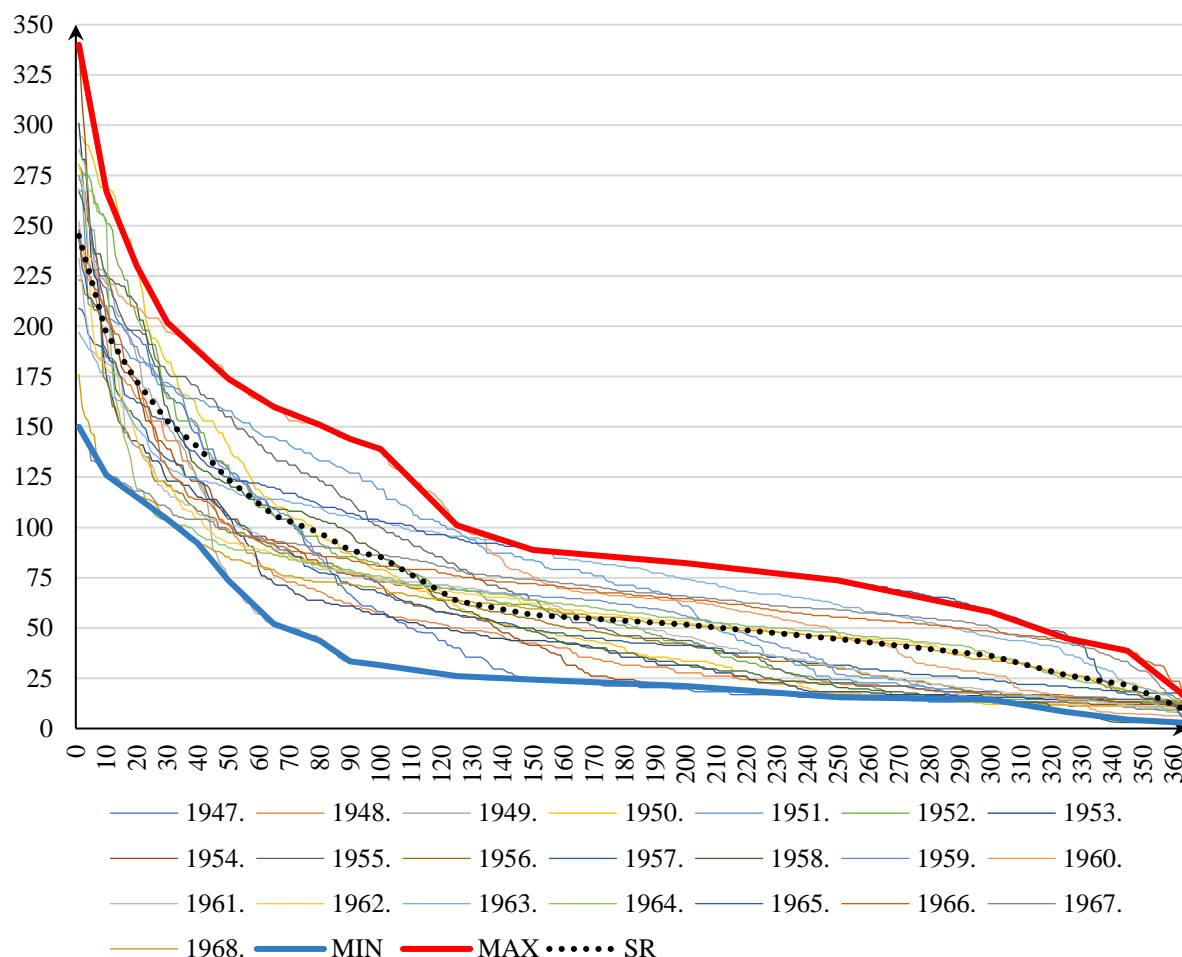
Slika 36. Srednje krivulje trajanja srednjih dnevnih protoka, $Q_{sr.dn.}$, mjerne postaje Han u m^3/s definirane za sljedeća dva podrazdoblja: (1) 1947.-1957.; (2) 1958.-2016.



Slika 37. Srednje krivulje trajanja srednjih dnevnih protoka, $Q_{sr.dn.}$, mjerne postaje Han izražene u relativnim iznosima ($Q_{sr.dn.}/Q_{pr.}$) definirane za sljedeća dva podrazdoblja: (1) 1947.-1957.; (2) 1958.-2016.

4.5. Anvelopne krivulje trajanja

Na osnovu podataka srednjih krivulja trajanja prikazanih na slici 36, u ovom slučaju izvučene su zasebne krivulje trajanja pojedinih godina. Odabrane su 22 krivulje trajanja obuhvaćajući 11 godina prije i 11 godina nakon izgradnje brane. Krivulje trajanja svake od tih pojedinih godina od 1947.g. do 1968. g. prikazane su na slici 38, a na osnovu njih su napravljene rubne, tj. anvelopne krivulje trajanja koje predstavljaju minimalne i maksimalne vrijednosti ucrtanih krivulja trajanja. Isprekidanom linijom prikazana je srednja anvelopna krivulja trajanja.



Slika 38. Anvelopne kriljulje trajanja

4.6. RAPS metoda

U ovom poglavlju RAPS metodom obrađeni su minimalni godišnji protoci koji su prikazani u tablici 13 i na slici 39, maksimalni godišnji protoci prikazani u tablici 14 i na slici 40 te srednji godišnji protoci prikazani u tablici 15 i na slici 41.

Formula:

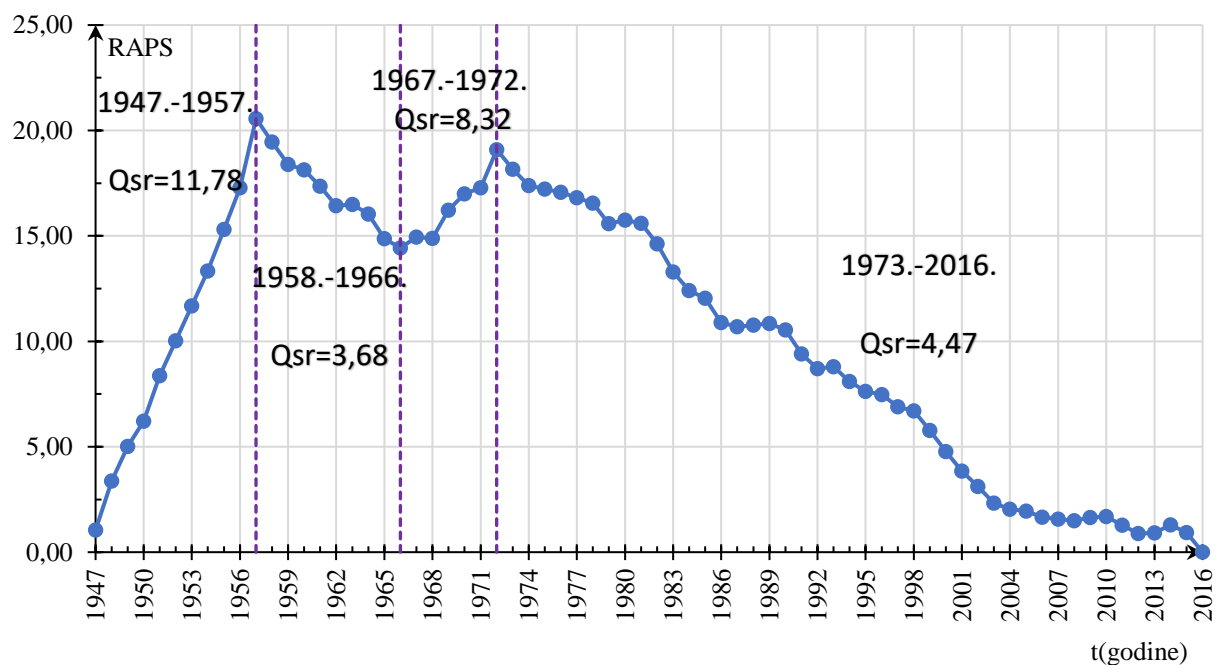
$$RAPS_k = \sum_{t=1}^k \left(\frac{Q_t - Q_{sr}}{\sigma} \right)$$

pri čemu je Q_{sr} prosječna vrijednost cijeloga razmatranog vremenskog niza, σ je standardna devijacija istog niza, n je broj podataka u vremenskom nizu, dok ($k = 1, 2, \dots, n$) predstavlja brojač tijekom sumiranja. Grafički prikaz $RAPS_k$ vrijednosti tijekom vremena očito i nedvosmisleno ukazuje na postojanje pravilnosti u fluktuacijama analiziranog parametra Q_t , koji predstavlja minimalni odnosno maksimalni godišnja protok.

Tablica 13. RAPS-Qmin

GODINA	Qmin	$(Q_i - Q_{sr})/\sigma$	$\sum(Q_i - Q_{sr})/\sigma$	Qsr	σ
1947	9,19	1,053	1,05	5,848	3,175
1948	13,2	2,316	3,37		
1949	11,1	1,654	5,02		
1950	9,64	1,194	6,22		
1951	12,7	2,158	8,37		
1952	11,1	1,654	10,03		
1953	11,1	1,654	11,68		
1954	11,1	1,654	13,34		
1955	12,1	1,969	15,31		
1956	12,1	1,969	17,28		
1957	16,3	3,292	20,57		
1958	2,3	-1,117	19,45		
1959	2,5	-1,054	18,40		
1960	5,03	-0,258	18,14		
1961	3,38	-0,777	17,36		
1962	2,92	-0,922	16,44		
1963	6,01	0,051	16,49		
1964	4,43	-0,447	16,04		
1965	2,12	-1,174	14,87		
1966	4,43	-0,447	14,42		
1967	7,49	0,517	14,94		
1968	5,67	-0,056	14,88		
1969	10,1	1,339	16,22		
1970	8,31	0,775	17,00		
1971	6,73	0,278	17,28		
1972	11,6	1,812	19,09		
1973	2,92	-0,922	18,17		
1974	3,38	-0,777	17,39		
1975	5,34	-0,160	17,23		
1976	5,34	-0,160	17,07		
1977	5,03	-0,258	16,81		
1978	5,03	-0,258	16,55		
1979	2,76	-0,973	15,58		
1980	6,39	0,171	15,75		
1981	5,34	-0,160	15,59		
1982	2,76	-0,973	14,62		
1983	1,63	-1,328	13,29		
1984	3,06	-0,878	12,41		
1985	4,66	-0,374	12,04		
1986	2,18	-1,155	10,88		
1987	5,24	-0,191	10,69		
1988	6,1	0,079	10,77		
1989	6,1	0,079	10,85		
1990	4,88	-0,305	10,55		

1991	2,2	-1,149	9,40
1992	3,66	-0,689	8,71
1993	6,12	0,086	8,79
1994	3,66	-0,689	8,10
1995	4,32	-0,481	7,62
1996	5,39	-0,144	7,48
1997	3,98	-0,588	6,89
1998	5,24	-0,191	6,70
1999	2,93	-0,919	5,78
2000	2,63	-1,013	4,77
2001	2,93	-0,919	3,85
2002	3,55	-0,724	3,12
2003	3,33	-0,793	2,33
2004	4,9	-0,299	2,03
2005	5,59	-0,081	1,95
2006	4,9	-0,299	1,65
2007	5,59	-0,081	1,57
2008	5,59	-0,081	1,49
2009	6,34	0,155	1,65
2010	5,99	0,045	1,69
2011	4,56	-0,406	1,28
2012	4,56	-0,406	0,88
2013	5,95	0,032	0,91
2014	7,08	0,388	1,30
2015	4,67	-0,371	0,93
2016	2,9	-0,928	0,00

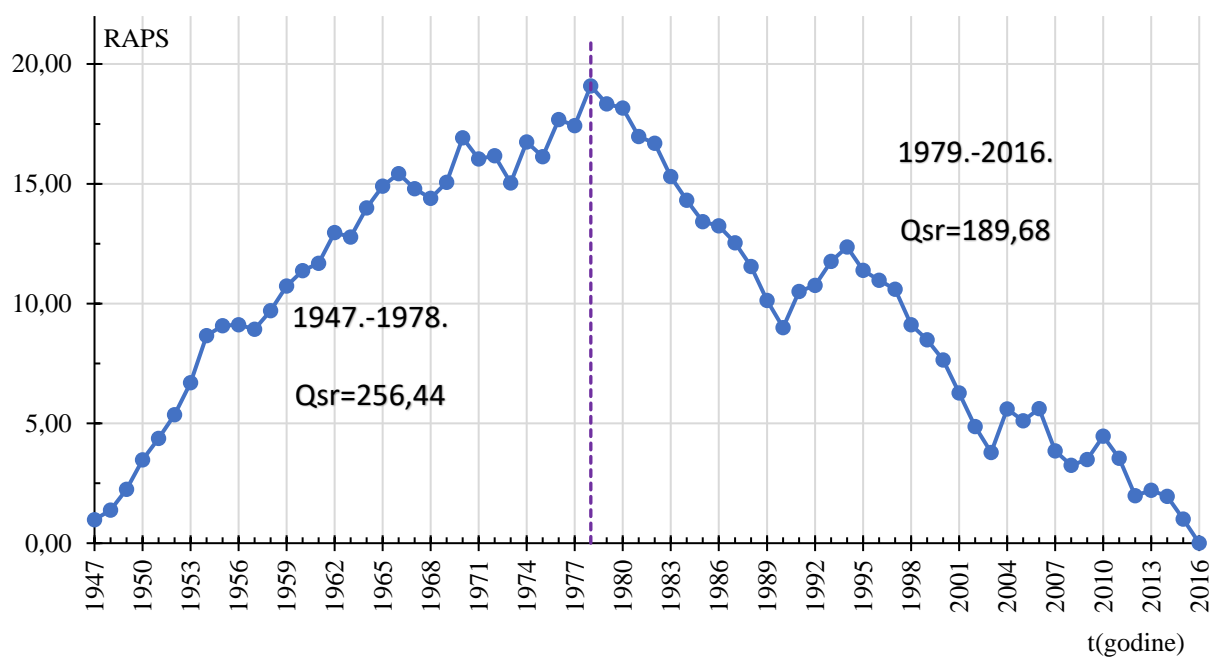


Slika 39. R.A.P.S.-Qmin

Tablica 14. RAPS-Qmax

GODINA	Qmax	$(Q_i - Q_{sr})/\sigma$	$\sum(Q_i - Q_{sr})/\sigma$	Qsr	σ
1947	280	0,98	0,98	220,200	60,757
1948	244	0,39	1,38		
1949	273	0,87	2,25		
1950	295	1,23	3,48		
1951	275	0,90	4,38		
1952	280	0,98	5,36		
1953	301	1,33	6,69		
1954	340	1,97	8,66		
1955	245	0,41	9,07		
1956	223	0,05	9,12		
1957	209	-0,18	8,93		
1958	267	0,77	9,70		
1959	283	1,03	10,74		
1960	259	0,64	11,38		
1961	239	0,31	11,69		
1962	298	1,28	12,97		
1963	209	-0,18	12,78		
1964	294	1,21	14,00		
1965	275	0,90	14,90		
1966	252	0,52	15,42		
1967	182	-0,63	14,79		
1968	196	-0,40	14,40		
1969	261	0,67	15,07		
1970	333	1,86	16,92		
1971	166	-0,89	16,03		
1972	229	0,14	16,18		
1973	151	-1,14	15,04		
1974	324	1,71	16,75		
1975	183	-0,61	16,13		
1976	314	1,54	17,68		
1977	205	-0,25	17,43		
1978	321	1,66	19,09		
1979	175	-0,74	18,34		
1980	209	-0,18	18,16		
1981	148	-1,19	16,97		
1982	203	-0,28	16,69		
1983	136	-1,39	15,30		
1984	160	-0,99	14,31		
1985	166	-0,89	13,42		
1986	210	-0,17	13,25		
1987	177	-0,71	12,54		
1988	160	-0,99	11,55		
1989	134	-1,42	10,13		
1990	151	-1,14	8,99		

1991	312	1,51	10,50
1992	236	0,26	10,76
1993	281	1,00	11,76
1994	257	0,61	12,37
1995	161	-0,97	11,39
1996	195	-0,41	10,98
1997	197	-0,38	10,60
1998	130	-1,48	9,11
1999	182	-0,63	8,48
2000	169	-0,84	7,64
2001	137	-1,37	6,27
2002	135	-1,40	4,87
2003	154	-1,09	3,78
2004	331	1,82	5,60
2005	190	-0,50	5,11
2006	251	0,51	5,61
2007	113	-1,76	3,85
2008	184	-0,60	3,25
2009	235	0,24	3,50
2010	279	0,97	4,46
2011	164	-0,92	3,54
2012	126	-1,55	1,99
2013	234	0,23	2,22
2014	204	-0,27	1,95
2015	163	-0,94	1,01
2016	159	-1,01	0,00

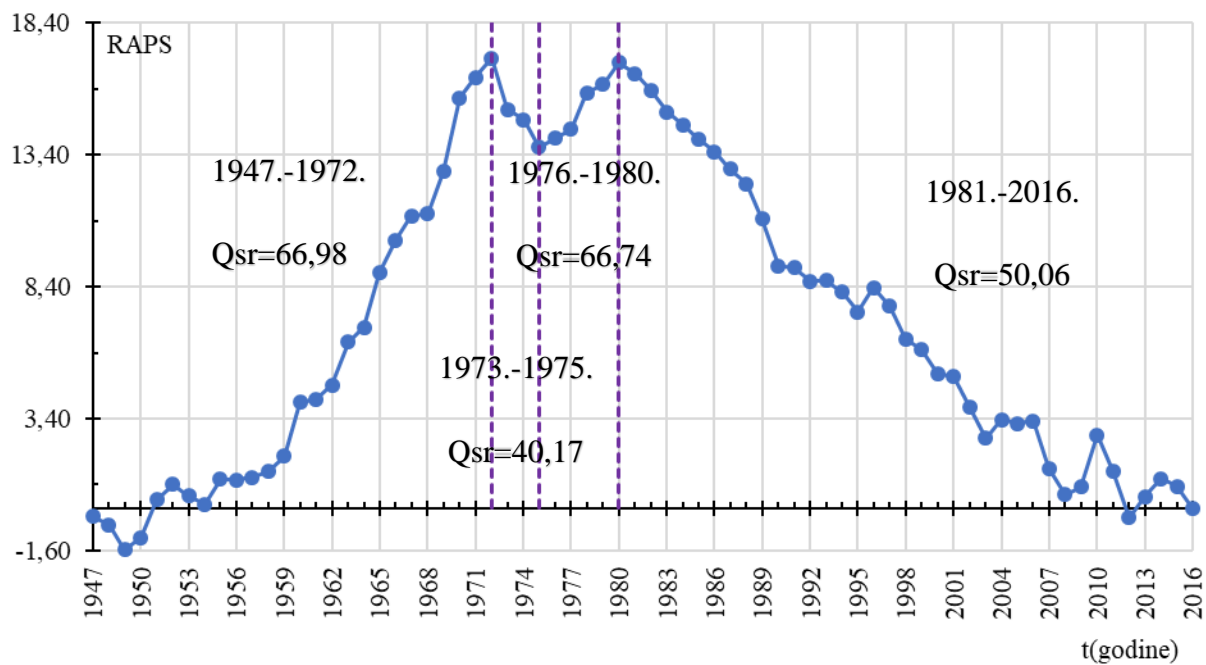


Slika 40. R.A.P.S.-Qmax

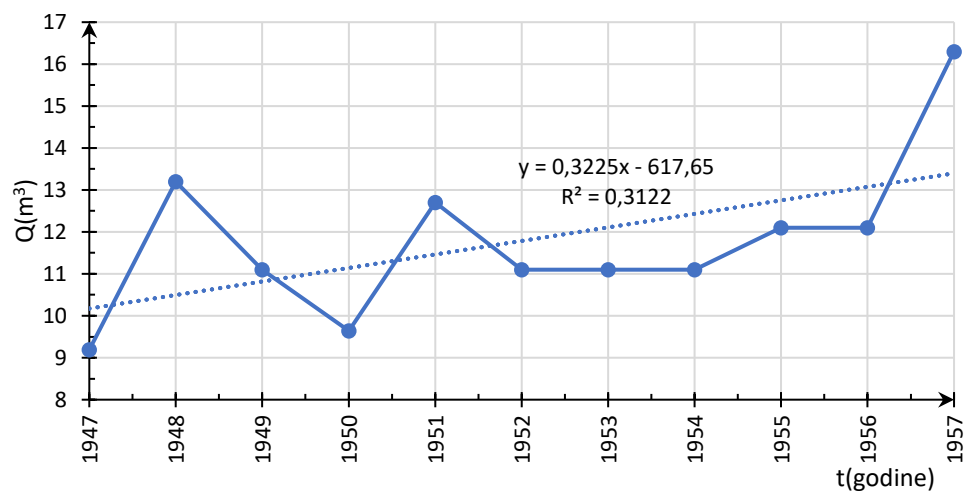
Tablica 15. RAPS-Qsr

GODINA	Qsr	$(Q_i - Q_{sr})/\sigma$	$\sum(Q_i - Q_{sr})/\sigma$	Qsr	σ
1947	52,7	-0,293	-0,29	57,111	15,045
1948	52,2	-0,326	-0,62		
1949	42,7	-0,958	-1,58		
1950	64,3	0,478	-1,10		
1951	78,6	1,428	0,33		
1952	65,9	0,584	0,91		
1953	50,4	-0,446	0,47		
1954	52,3	-0,320	0,15		
1955	71,7	0,970	1,12		
1956	56,6	-0,034	1,08		
1957	58,5	0,092	1,17		
1958	60,4	0,219	1,39		
1959	65,9	0,584	1,98		
1960	87,9	2,046	4,02		
1961	58,8	0,112	4,14		
1962	65,1	0,531	4,67		
1963	81,8	1,641	6,31		
1964	65,3	0,544	6,85		
1965	88,5	2,086	8,94		
1966	75,6	1,229	10,17		
1967	71	0,923	11,09		
1968	58,2	0,072	11,16		
1969	81,3	1,608	12,77		
1970	99,1	2,791	15,56		
1971	68,7	0,770	16,33		
1972	68,1	0,730	17,06		
1973	27,9	-1,942	15,12		
1974	51,4	-0,380	14,74		
1975	41,2	-1,058	13,68		
1976	62,4	0,352	14,03		
1977	62	0,325	14,36		
1978	78,1	1,395	15,75		
1979	61,9	0,318	16,07		
1980	69,3	0,810	16,88		
1981	51,2	-0,393	16,49		
1982	47,3	-0,652	15,84		
1983	44,7	-0,825	15,01		
1984	50,1	-0,466	14,55		
1985	48,9	-0,546	14,00		
1986	49,8	-0,486	13,52		
1987	47,1	-0,665	12,85		
1988	49	-0,539	12,31		
1989	36,8	-1,350	10,96		
1990	30,4	-1,775	9,19		

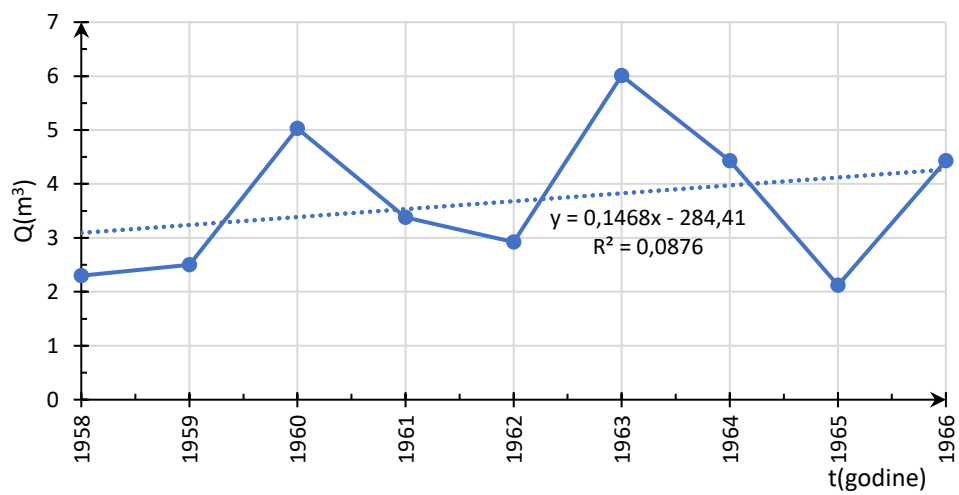
1991	56,2	-0,061	9,12
1992	49,5	-0,506	8,62
1993	57,5	0,026	8,64
1994	50,3	-0,453	8,19
1995	46	-0,739	7,45
1996	70,9	0,916	8,37
1997	46,4	-0,712	7,66
1998	38,4	-1,244	6,41
1999	51,2	-0,393	6,02
2000	43,3	-0,918	5,10
2001	55,5	-0,107	5,00
2002	39,7	-1,157	3,84
2003	39,3	-1,184	2,66
2004	67,7	0,704	3,36
2005	55,1	-0,134	3,23
2006	58,4	0,086	3,31
2007	30,2	-1,789	1,52
2008	42,2	-0,991	0,53
2009	61,2	0,272	0,80
2010	87	1,987	2,79
2011	36,7	-1,357	1,43
2012	30,3	-1,782	-0,35
2013	69,1	0,797	0,45
2014	67,3	0,677	1,12
2015	52,7	-0,293	0,83
2016	44,6	-0,832	0,00



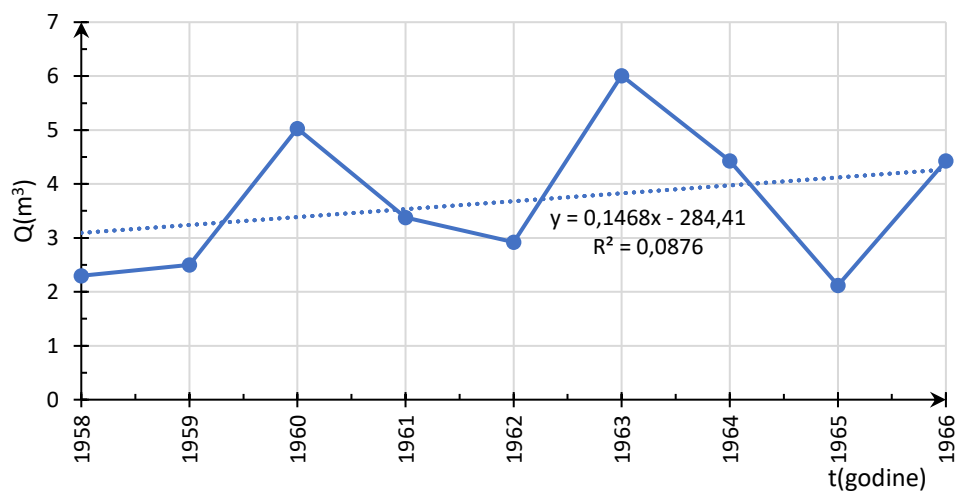
Slika 41. R.A.P.S.-Qsr



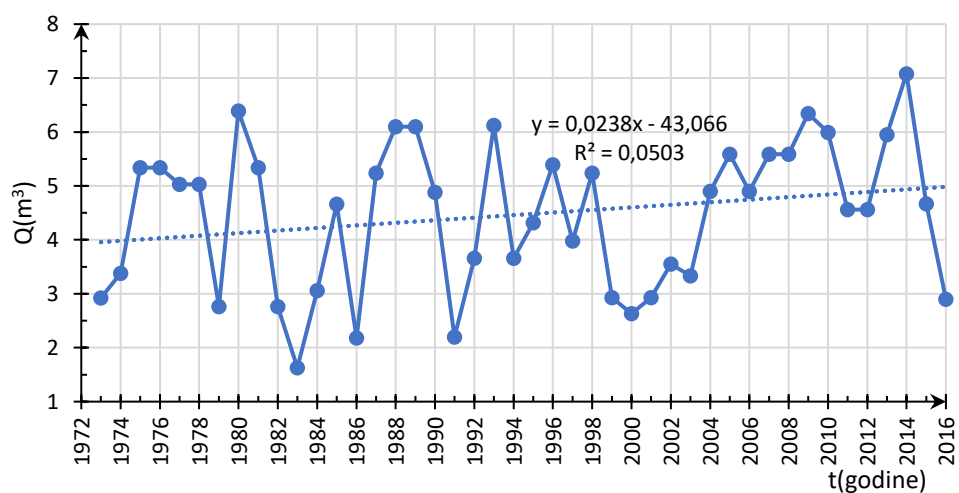
Slika 42. R.A.P.S.-Qmin. 1947.-1957.g.



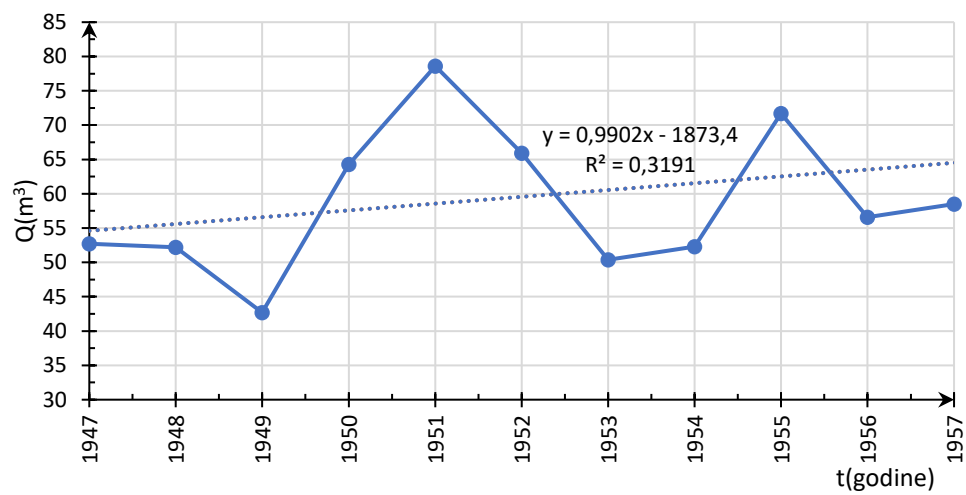
Slika 43. R.A.P.S.-Qmin. 1958.-1966.g.



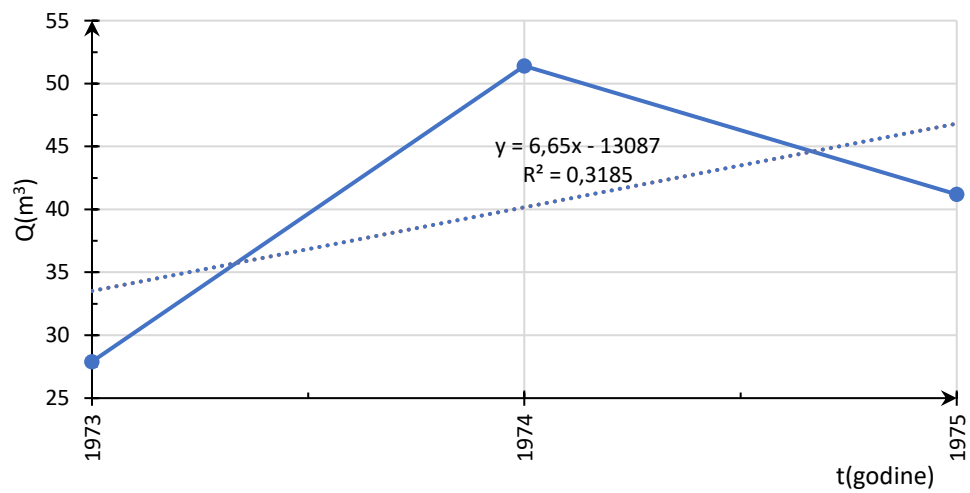
Slika 44. R.A.P.S.-Qmin. 1958.-1966.g.



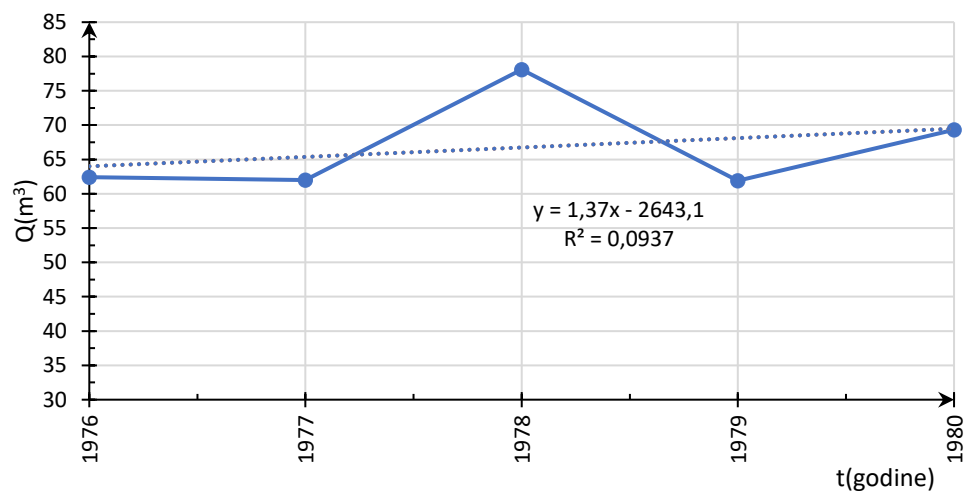
Slika 45. R.A.P.S.-Qmin. 1973.-2016.g.



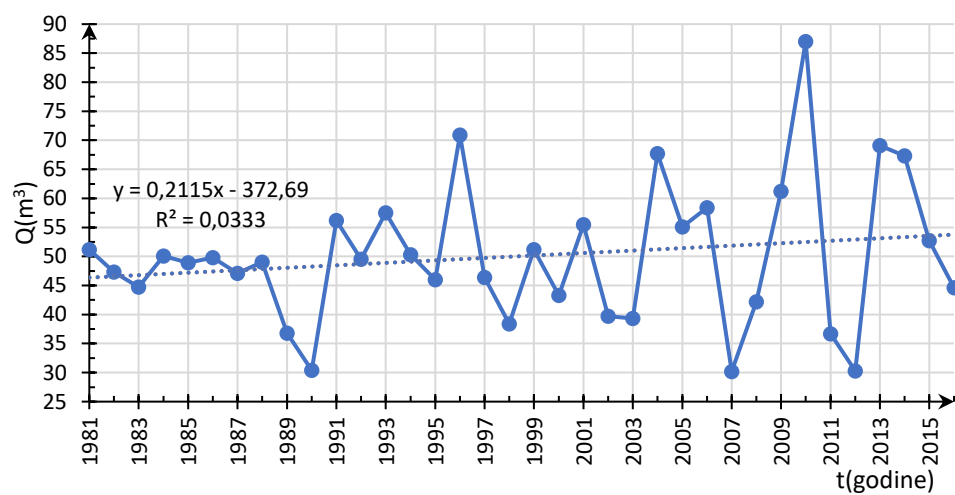
Slika 46. R.A.P.S.-Qsr. 1947.-1972.g.



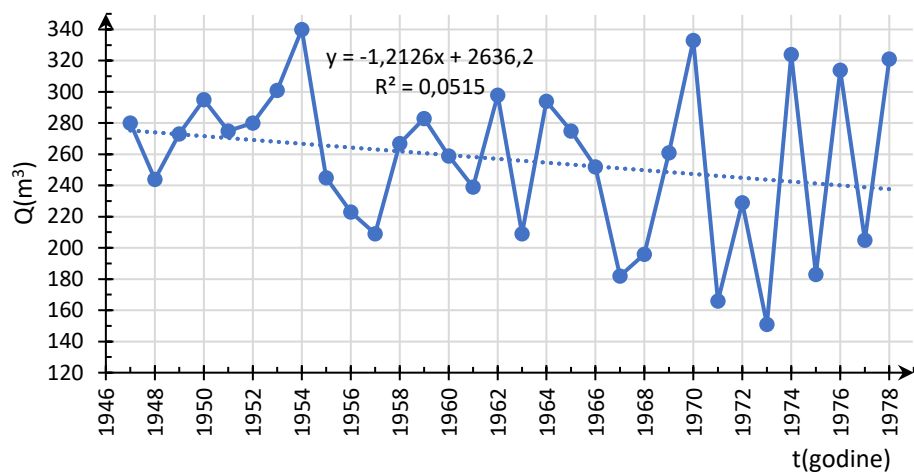
Slika 47. R.A.P.S.-Qsr. 1973.-1975.g.



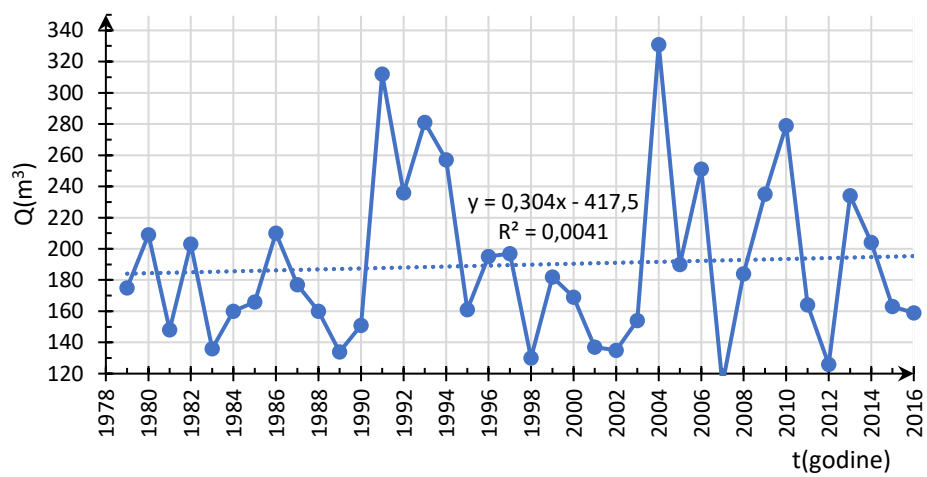
Slika 48. R.A.P.S.-Qsr. 1976.-1980.g.



Slika 49. R.A.P.S.-Qsr. 1981.-2016.g.



Slika 50. R.A.P.S.-Qmax. 1947.-1978.g.



Slika 51. R.A.P.S.-Qmax. 1979.-2016.g.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu cilj je bio prikazati utjecaj brane Peruča na trendove protoka na rijeci Cetini. Analizom trendova protoka promatranom u dva podrazdoblja : (1) 1947.-1957.; (2) 1958.-2016., utvrđen je značajan utjecaj brane Peruča sa svojom akumulacijom. Jasno se vidi da akumulacija služi za godišnje izravnanje protoka na rijeci Cetini što potvrđuju provedene godišnje, mjesečne i dnevne analize.

Kod analize minimalnih godišnjih protoka (sl.22) vidljiv je rastući trend protoka za razdoblje prije izgradnje brane sa srednjim protokom od $11,78 \text{ m}^3/\text{s}$ te blago padajući trend protoka za razdoblja nakon izgradnje brane sa srednjim protokom od $4,74 \text{ m}^3/\text{s}$. Srednji godišnji protok (sl. 23) za razdoblje prije izgradnje brane iznosi $58,74 \text{ m}^3/\text{s}$, a $56,81 \text{ m}^3/\text{s}$ za razdoblje nakon izgradnje brane s tim da je i ovdje rastući trend protoka prije izgradnje brane, a padajući nakon izgradnje brane. Srednji mjesečni protok (sl. 28) vidljivo prikazuje uravnoteženije ispuštanje i manje osciliranje protoka kod razdoblja nakon izgradnje brane.

Prikazana je i veza oborina s mjerne postaje Sinj i protoka s mjerne postaje Han, gdje je vidljiva njihova korelacija (sl. 14). RAPS-om su određena podrazdoblja minimalnih, srednjih i maksimalnih protoka te su prikazane srednje vrijednosti protoka za svako od pojedinih podrazdoblja.

Možemo zaključiti kako je izgradnjom brane postignuto uravnoteženje protoka tokom cijele godine, tj. zahvaljujući velikom kapacitetu akumulacije moguće je pohraniti veće količine vode za vrijeme kišnih razdoblja te samim time korištenje tih rezervi za vrijeme sušnih razdoblja.

6. LITERATURA

- [1] Hrvatski sabor, "Strategija upravljanja vodama", Narodne novine, 2008.
- [2] Ivan Duhović, "Informacijski sustav za upravljanje slivnim područjem Cetine", Diplomski rad, 2005.
- [3] Ekonomski fakultet Split, "Strateški razvojni program grada Sinja", 2007.
- [4] Antun Magdalenic, "Hidrogeologija sliva Cetine", Disertacija, 1970.
- [5] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Cetina#/media/File:Cetina_kod_%C5%A0estanovca_\(Croatia\).jpg](https://hr.wikipedia.org/wiki/Cetina#/media/File:Cetina_kod_%C5%A0estanovca_(Croatia).jpg)
- [6] https://www.hrvaska.net/large/omis3_p176.jpg
- [7] https://hr.wikipedia.org/wiki/Obrovac_Sinjski#Zemljopisni_polo%C5%BEaj
- [8] <http://hidro.dhz.hr/hidroweb/slike/7026.jpg>
- [9] B. Biondić, R. Biondić, "Hidrogeologija Dinarskog krša u Hrvatskoj", Varaždin, 2014.
- [10] <http://www.speggra.hr/hr/home/he-peruca>
- [11] Ivan Duhović, "Informacijski sustav za upravljanje slivnim područjem Cetine", Diplomski rad, 2005.
- [12] https://www.dinarskogorje.com/uploads/4/1/3/3/41338573/6159325_orig.jpg
- [13] B. Vrdoljak, "Vjerojatnost i statistika", FGAG, 2007.
- [14] Husno Hrelja, "Inženjerska hidrologija", Univerzitet u Sarajevu - Građevinski fakultet Sarajevo, 2007.
- [15] Ranko Žugaj, Željko Andreić, Krešimir Pavlić, Lidija Fuštar, "Krivulje trajanja protoka", Građevinar 63 (2011) 12, 1061-1068
- [16] Ognjen Bonacci, "Analiza nizova srednjih godišnjih temperatura zraka u Hrvatskoj", Građevinar 62, 2010.